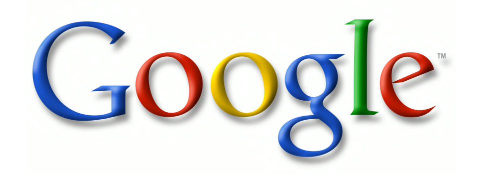






Viola tricolor L.

in morphologischer, anatomischer und biologischer Beziehung.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

bei der

hohen philosophischen Facultät der Universität Marburg

eingereicht von

Henry Kraemer
aus Chicago, Ill., U. S. A.

Marburg.
Universitäts-Buchdruckerei von Joh. Aug. Koch.
1897.

Von der Facultät als Dissertation angenommen am 25. Juni 1896.

Viola tricolor L.

in morphologischer, anatomischer und biologischer Beziehung.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

bei der

hohen philosophischen Facultät der Universität Marburg

eingereicht von

Henry Kraemer
aus Chicago, Ill., U. S. A.

Marburg.
Universitäts-Buchdruckerei von Joh. Aug. Koch.
1897.

Von der Facultät als Dissertation angenommen am 25. Juni 1896.

Professor Dr. Emily L. Gregory

in Hochachtung und Dankbarkeit

gewidmet.

I. Einleitung.

Das Thema und die Disposition zu dieser Arbeit ist mir von Herrn Professor Dr. *Arthur Meyer* in Marburg aus verschiedenen Gründen empfohlen worden. Zuerst war es sein Wunsch, dass die Schleimzellen, welche er bei verschiedenen Viola-Arten beobachtet hatte, ihrem Bau und ihrer Verbreitung nach genauer bei den *Violaceen* und *Violeen* verfolgt werden möchten. Daher kommt es, dass deren Besprechung einen etwas grösseren Raum einnimmt. Ihre Entdeckung und Untersuchung ist ja in der That eins der interessantesten der Resultate, welche in dieser Arbeit mitgetheilt werden. Ferner sollten die bisher unrichtig beschriebenen Drüsenzellen eine besondere Beachtung finden. Ausserdem schien es Herrn Professor *Meyer* sehr erwünscht, dass die beiden bei uns häufigsten Arten der Gattung *Viola* einer eingehenden morphologischen und anatomischen Untersuchung unterzogen würden, damit so gewissermassen eine Grundlage oder ein Muster für eine noch fehlende wissenschaftliche Monographie der Violaarten im Allgemeinen geschaffen würde. Die Violaarten sind ja im Allgemeinen alle wenig in ihrem Bau voneinander abweichend, so dass eine gute Untersuchung einer Species ein wesentliches Hilfsmittel für eine allgemeine Monographie bilden wird. Es sollte dabei zugleich auf die Unterschiede der beiden als *Viola tricolor* L. var. arvensis Murray und *Viola tricolor* L. var. vulgaris Koch bezeichneten Formen unserer Flora Rücksicht genommen und darauf geachtet werden, ob diese bei Aussaaten constant blieben. Auch stand eine durch die Güte des Herrn Dr. *Wieler*, Docent der Botanik an der Technischen Hochschule zu Aachen, dem Herrn Professor *Meyer* gesandte *Viola lutea* Smith var. multicaulis Koch, *Viola calaminaria* Lejeune und vom Hoheneck stammende *Viola lutea* Sm. (Hoheneckveilchen) zur Verfügung, die ich nebenbei mit beobachtete. Ich habe leider zu kurze Zeit zur Lösung der gestellten Aufgaben verwenden können, da ich nur zwei Semester in Deutschland bleiben konnte. Immerhin denke ich, dass die Resultate, welche ich unter Leitung des Herrn Professor *Meyer* im Botanischen Institute zu Marburg gewonnen habe, nicht ohne Interesse sind und zu weiterer Forschung Veranlassung geben werden.

Als Material für meine Untersuchung über *Viola tricolor* benutzte ich zuerst Pflanzen aus der directen Umgebung von Marburg. Es kommt hier nur die Form *arvensis* Murray vor, die ich kurz als „*arvensis*“ bezeichnen werde. Sie ist überall in Hessen und Nassau gemein. Es standen mir von dieser Form ausserdem Pflanzen zur Verfügung, welche durch Herrn Prof. *Meyer* am Hoheneck gesammelt waren, ferner solche, die aus den Vogesen und aus der Nähe von Braunfels bei Wetzlar stammten. Alle diese Pflanzen waren völlig gleichartig. Herr Professor *Meyer* hatte von dem in Braunfels gesammelten Samen 1894 eine grosse Aussaat machen lassen und constatirte, dass alle Samenpflanzen (ungefähr 200) der Mutterpflanze glichen und keine der *V. vulgaris* Koch sich näherte. Weitere Versuche in dieser Richtung, bei denen man sorgfältigst für die Verhinderung der Bastardirung mit anderen Viola-Formen sorgen muss, werden die Frage entscheiden können, ob

nicht die Form besser als Species zu bezeichnen sei. Wenn *Hermann Müller* (1873, S. 145) an einem Stocke beide Formen, *arvensis* und *vulgaris*, bei Lippstadt fand, so ist es ziemlich wahrscheinlich, dass Bastardirung stattgefunden hat. Vielleicht ist auch in Folgendem ein Widerruf dieser früheren Angabe zu finden. Er sagt (1879, S. 206), wie aus dem weiter unten abgedruckten Text näher zu ersehen ist: „Wenn man die Blüthen der grossblumigen Abart nicht in ihrer Entwickelung verfolgt, wird man daher leicht zu dem Irrthum verleitet, als ob beiderlei Blüthenformen an demselben Stocke vorkämen.“

Die Form *vulgaris* Koch, die ich kurz als „*vulgaris*“ bezeichnen werde, und die ich untersuchte, stammte von einem einzigen Standorte und zwar aus den Feldern von Weidelbach (in der Nähe des Struthwaldes bei Dillenburg). Bei Marburg kommt *vulgaris* nicht vor und finden sich dort keine Uebergangsformen zwischen *vulgaris* und *arvensis*. Die Pflanzen, welche 1896 aus dem im Jahre 1895 bei Weidelbach gesammelten Samen von *Viola vulgaris* aufgingen, wurden alle *vulgaris*, keine ähnelte der *arvensis*. Es ist das wohl dadurch bedingt, dass bei Weidelbach *arvensis* fehlt, also dort keine Bastardirung stattfinden kann.

Die Aussaaten, welche Herr Professor *Meyer* von dem Vogesenveilchen (vom Hoheneck) und dem Samen des Galmeiveilchen, aus Aachen stammend, hatte machen lassen, zeigten, dass die jungen Pflanzen beider Formen wesentlich gleich, von den jungen Pflanzen von *arvensis* und *vulgaris* aber durch auffallend dicke, fast fleischige Blätter verschieden waren. Auch behielten die in Töpfen weiter wachsenden Pflanzen den Habitus und die Färbung der Blüthen der Mutterpflanzen bei. Ich glaube nicht, dass die Schlüsse, welche *Hoffmann* aus seiner Beobachtung über *V. lutea* und *V. tricolor* zieht, richtig sind; ich glaube nicht, dass beide Formen bei der Cultur ineinander übergehen, wenn sie sich auch nahestehen. Da die Angaben von *Hoffmann* dennoch für uns sehr interessant sind, setze ich sie hierher (1875, S. 60—71, *Hoffmann*):

„*Viola lutea* Smith (Perenn.)

Variirt (wie *tricolor*) mit grossen und kleinen Blumen von gelber, violetter[1]), violett und gelber Farbe (s. *Koch* Syn. 95). Zu *lutea* werden noch *amoena*, *grandiflora* in der Auvergne, und *Sudetica* gezogen. *Bentham* vereinigt übrigens *lutea* mit *tricolor* (*Darwin*. Variiren. 1. 470). Der Unterschied bezüglich des Perennirens ist nicht scharf ausgeprägt. Die Form des Stammes und der Stipulae bietet nach *Darwin* „geringe und unwichtige Verschiedenheiten“, was auch meine Ansicht ist. Nach *Watson* geht *tricolor* auch in *Curtisii* über. *Koch* Syn. 1. 95 zählt unter *lutea* folgende Formen auf: *grandiflora, sudetica, multicaulis*. Auch die von *Koch* angegebenen Unterschiede bezüglich der Spornlänge finde ich nicht durchgreifend. Auch *V. altaica* gehört wohl in diesen Formenkreis. *J. P. J. Koltz* zieht die *Viola altaica* Pall. in R. et S. syst. V. 383 zu *V. tricolor* L. (p. 121. Publ. inst. gr. duc. d. Luxembourg XIII. 1873).

Ich cultivirte die Form *calaminaria* Lej., s. g. *Zinkveilchen*, von welcher ich wiederholt bewurzelte Pflanzen durch Herrn Apotheker *Bruns* von den Galmeibergen aus der Gegend von Aachen erhielt. Blüthen intensiv und rein *gelb*, 18 mm in der Mediane mit einigen violettschwarzen kleinen Strichen im Schlunde. *Koch* (l. c.) bezeichnet diese bei Aachen und Spa in niedrigeren Gegenden vorkommende Form (vom Zink sagt er nichts) als *V. multicaulis*, floribus non majoribus quam in *V. tricolore* „*vulgari*“ i. e. 8—10 lineas in diametro (ib.): dies Maass trifft bei meinen Exemplaren zu: im Mittel ca. 18 mm.

Das Zinkveilchen aus jener Gegend — insbesondere vom Altenberge — hat wegen seiner anscheinenden Anhänglichkeit an den Galmeiboden wiederholt zu chemischen Untersuchungen Ver-

1) Diese fand ich auf dem Honneck in den Vogesen, Blüthe sehr gross (35 mm). *Caspary* sah *Viola lutea* in vollständig wildem Zustande mit Blüthen verschiedener Farbe und Grösse (cit. *Darw.* Var. 1. 525).

anlassung gegeben; man hat die Vermuthung geäussert, dass der Zinkgehalt des Bodens (und dann der Pflanze) auf die Form und Farbe der letzteren Einfluss habe[1]).

Es muss aber bemerkt werden, dass dieselbe Form auch auf zinkfreiem Boden beobachtet ist. *Risse* fand in dem Zinkveilchen 1 pCt. Zinkoxyd in der Asche, während die unterliegende Erde bis zu 20 pCt. und mehr Zinkoxyd enthielt (*Sachs'* Experimental Physiologie. 1865. S. 154).

Auf dem Galmeiboden geht selbstverständlich das Zink auch in andere Gewächse über; so hat *M. Freytag* (1869) im Hafer- und Weizenstroh von dort stets etwas Zink gefunden; ebenso im Mais, welchen er auf künstlichem Zinkboden erzog, der zu 0,2 pCt. aus Zink-Carbonat bestand. Die Samen z. B. enthielten 0,52 Zink auf 100 Trockensubstanz; die Vegetation war im Wesentlichen normal, ebenso waren die Samen keimfähig und lieferten im folgenden Jahre normale Pflanzen. Selbst bei einem Zinkgehalt des Bodens von 5 pCt. fand bezüglich Weizen, Hafer und Gerste normale Entwicklung statt. Eine geschliffene Galmeiplatte wurde von dem Wurzeln angeätzt; die Pflanzen zeigten nachher einen Zinkgehalt von 3,2 bis 4,2 pCt. in der Asche. Auch *Alsine verna* kommt auf Zinkboden vor, ferner dieselbe auf krystallinischem Gestein, kupferhaltigen Localitäten u. s. w. (cf. Ausland. 1870. p. 695).

Meine Culturversuche ergaben Folgendes.

a. Die Pflanzen wurden mit Ballen der Originalerde 1867 auf ein Beet gebracht, auf welches eine Schicht von kohlensaurem Zinkoxyd von 1/2 Zoll Höhe aufgetragen wurde; darüber 1 Zoll hoch gute Blumenerde. Oberfläche 1 Quadratfuss. Sie blühten sofort reichlich, goldgelb und normal. 1868 ebenso; Blüthen *gelb, Tracht* unverändert.

b. 1869 wurde, da obige Plantage in Folge der Trockniss ausgegangen war, eine neue Pflanzung von frischen Originalpflanzen vorgenommen, und zwar auf dasselbe Beet, nachdem an der betreffenden Stelle eine neue Lage (von 1—3 Linien Höhe) Zinkweiss aufgetragen worden war. Die Blüthen und der Habitus erschienen unverändert. 1870: Grösse und Habitus der Blüthe ungeändert; die Farbe vielleicht etwas verändert. Es werden nämlich die 2 oberen Petala am Grunde etwas bleich grünlich, weiterhin verfärben sie sich ganz in bleich Lila. Später kamen aber Blüthen zum Vorschein, welche in keiner Beziehung von denen auf anderen Beeten (z. B. dem Mörtelbeete (s. u. *g*) verschieden waren. Die Pflanzen producirten etwas Weniges an Samen. 1871 erhielt die Plantage eine neue Bedeckung von 5 Theelöffeln voll Zinkpulver (wie oben). Blüthen normal, kleiner als sub *g* (auf Mörtel); sonst nichts geändert. Einzelne Blüthen zeigten einen schwachen *Stich in's Violette*, was mit dem *Beginne des Abwelkens* einherzugehen schien. — 1872: Blüthen unverändert, nur eine merklicher abweichend: 2 obere Petala fast *himmelblau*, die 2 seitlichen bläulich, das unterste gelb. — 1873: neben gelben erschienen diesmal (namentlich auf der Höhe der Blüthezeit) *zahlreiche* Blumen, welche schon im frischen Zustande — eben nach dem Aufblühen — 2 himmelblaue oder *violette* obere Petala hatten, oder ebendaselbst gelb mit violetten Flecken oder Strichen waren, oder ebendaselbst tief himmelblau mit ebensolchen; bisweilen auf *demselben* Stengel mit gelben. Diese Farbänderung ist also als spontan zu betrachten, und scheint ebenso unabhängig vom Zink als die analogen Farbänderungen bei *V. tricolor*. — Eine Blüthe auffallend gross; 26 mm in der Mediane; die anderen — besonders gelben — nur 20 und weniger Auch hier kam ferner wieder die eigenthümliche Erscheinung vor, dass anfangs gelbe Blumen beim-

1) So sagt *A. Hardy*:
J'ai observé à Oneux (Belgique) une variété avec les deux pétales supérieurs *bleus*, ce qui fait supposer que la *couleur jaune* n'est due qu'à l'influence du terrain calaminaire. Cette plante est polymorphe comme toutes les formes de ce genre. Voir à ce sujet les savantes observations de M. le professeur *Morren*, dans son travail intitulé: Souvenirs d'Allemagne; Bull. soc. bot. Belg. IX. 1870. — p. 224.

Dass *Hardy*'s Vermuthung unbegründet ist, wird sich weiter unten zeigen. — Dr. *Andrä* in Bonn theilt mir mit, dass er mitunter auf demselben Stengel blaue und gelbe Blüthen gefunden habe (bei *Calaminaria* bei Aachen).

Abblühen — aber noch in voller Turgescenz — sich oben (2 Petala) in Lila verfärbten; dies Lila hat indess eine unreinere Nüance als bei den frisch schon lila aufgeblühten. Stengel niederliegend, ästig, wie bei *g*.

Es macht den Eindruck, dass hier einzig durch die *Cultur* bei den Pflanzen (zum Theil wohl noch unzweifelhaft die Originalstöcke) durch ein oder mehrere Jahre die Neigung zur Variation eingeleitet wurde. Und zwar dürfte, da die betreffenden Beete bei dieser und den folgenden Plantagen niemals umgearbeitet wurden, in diesem Falle unter Cultur vielleicht nur das etwa veränderte *Klima* oder die abweichende physikalische Beschaffenheit des *Bodens* zu verstehen sein. — 1874: Die Grösse der Blumen ist im Vorsommer am bedeutendsten; die blau-bunte Färbung scheint im Hochsommer zuzunehmen. Brachten reichlich Samen.

	Blüthen rein gelb	gelb mit lila oder violett angelaufen	blaue bunt	oben violett-fleckig	ganz blau	grösste in mm (Mediane)	Zahl der offenen Blüthen
(April)							
24. IV.	!	!	.	!	.	.	.
7. V.	.	.	alle	.	.	26	.
26. V.		.	.	meiste	.	.	.
6. VI.	keine	.	.	.	.	24	ca. 100
18. VI.	!	.	.	.	.	.	.
4. VII.	!	!	.	!	.	.	12
7. VII.	.	.	meiste	.	.	.	ca. 100
20. VII.	19	.	meiste	0	.	mittel	140
5. VIII.		.		2	.	.	.
11. VIII.	9	.	14	.	.	.	23
19. VIII.	0	14	.	.		.	14
27. X.	19	.		.	.	23	19

1875: Maximum 27 mm. Auch diesmal im Juni grösser und weit mehr blau-bunte, als anfangs Mai oder im August.

c. Eine Anzahl obiger Burtscheider Pflanzen wurde 1867 mit Originalballen auf ein Beet von gewöhnlicher *Gartenerde* gebracht, weit entfernt von der vorigen Plantage. Sie blühte und wuchs ganz normal. Der Zweck dieser Cultur war, zu beobachten, ob die etwa entstehenden neuen Sämlinge in der nächsten Umgebung auch auf diesem geänderten Substrate ihre Eigenthümlichkeit beibehalten würden.

1868 erschienen schon im Mai neben mehreren gelben Blüthen deren 4, an welchen die beiden oberen Petala *blass lila* statt gelb gefärbt waren. Also beginnende Variation. Einige Blüthen waren ferner blassgelb — statt goldgelb (citrongelb). Im Juli waren die meisten Blüthen *bunt* (wie oben), dabei auffallend *klein*, wie bei der gelblichen *V. tricolor arvensis;* vermuthlich in Folge der excessiven Trockniss. (Eine solche kleinblüthige Form erwähnt auch *Koch*, Syn. 95 unter γ). Im August erschienen weiter solche Blüthen von bunter Farbe und *Mittelgrösse*, neben mehreren gelben.

d. 1869 wurden frische Originalpflanzen von Burtscheid sorgfältig aus den Ballen ausgelöst und in einen grossen, *flachen Topf* mit Blumenerde *ohne Zink* gebracht, wo sie vortrefflich gediehen. Die neu entwickelten Blüthen waren kleiner und *blässer* gelb, als bei der blühend eingesendeten Stammform, die Petala schmäler. Flagellen weit umherlaufend. Keine Früchte. — 1870: Blüthen anfangs gelb wie im zinkhaltigen Boden sub *e;* von Mitte Juli ab aber, wie im Vorjahre, anders, aber in anderem Sinne: Petala schmäler, grösser, mit wenigen Strichen. Grösster Durchmesser

$10^1/_2$ p. Lin. (24 mm) statt $9^1/_2$—10. Blüthe reichlich; keine Samen. Flagellen und Blattform ungeändert.

e. 1869 wurden, wie sub *d*, frische Originalpflanzen ohne Ballen in einen flachen, weiten *Topf* gesetzt, dessen Erde eine starke Schicht von basisch kohlensaurem *Zinkoxyd* erhielt, welche mit einer dünnen Lage Blumenerde bedeckt wurde (Durchmesser des Topfes 11 p. Zoll; Höhe 4 Zoll. Zinkvolum 5 p. Cub.-Zoll). Die neu entwickelten Blüthen waren kleiner und blässer, als bei der Originalform; die Petala schmäler. Die Pflanzen gediehen trefflich, trieben starke Flagellen, setzten aber keine Früchte an. — 1870: Keine Samenbildung. Farbe der Blüthen anfangs blassgelb, vom Hochsommer an normal typisch: 4 oberen Blätter blass, unteres citrongelb. Schwarze Streifchen stärker als auf dem zinkfreien Boden *d*; Blüthen kleiner.

Die Aussicht, durch *chemische* Einflüsse bei Veilchenarten Farbvariationen zu erzeugen, erscheint gering, da bei *Violor tricolor hortensis* an einem und demselben Stock gelbe, violette und bunte Blüthen vorkommen, wie ich u. a. 1869 mehrfach beobachtet habe (s. u.).

1871 erhielt unsere Plantage einen neuen *Zinkzusatz* (5 Theelöffel voll). Die Blumen waren von derselben Grösse wie anfangs (2 cm), gelb; die später auftretenden (im August) waren zum Theil oben (2 Petala) etwas *violett angelaufen;* Früchte klein, fehlschlagend. 1872 ohne nennenswerthe Abweichung, üppig gedeihend. Blüthen von mittlerer Grösse, doch einzelne auch so gross, wie die grösseren auf dem Mörtelbeete (*g*, 1871): 30 mm. Sämmtlich rein gelb, oder mit Stich in Lila. — 1873 wurde die Pflanze ins freie Land gesetzt; zu Anfang der Blüthezeit wurde Zinkoxyd (wie oben) aufgeschüttet; Blüthen *gelb,* ziemlich gross. — 1874: Blüthen gelb, mittelgross, bisweilen mit einem Stich in unrein Lila, namentlieh gegen die Zeit des Abblühens hin.

e.* Von obigen Pflanzen wurden im Juni 1870 einige Exemplare ohne Ballen in das *freie Land* verpflanzt, und zwar an eine schattige Stelle auf guten, humusreichen Boden. Sie blüheten gelb, genau wie die Sommerblüthen sub *e* in derselben Zeit; auch die Zeichnung und Grösse der Blumen ganz dieselbe.

f. 1869 wurde eine Anzahl isolirter Originalpflanzen von Burtscheid an eine schattige Stelle in das *freie Land* auf guten, zinkfreien Gartenboden gesetzt. Sie gediehen gut; die Blüthen, welche durch den ganzen Sommer erschienen, hatten anfangs die normale Form, Grösse und intensiv goldgelbe Farbe. Flagellen fast fehlend. Gegen Ende Juli erschienen weit *kleinere* Blüthen, *blassgelb* von Farbe.

g. 1869 wurde eine Anzahl frischer Originalpflanzen ohne Ballen auf ein *Mörtelbeet* gesetzt, um den etwaigen Einfluss eines grossen *Kalk*gehaltes zu erproben. (Der Kalkgehalt betrug im Mittel der oberen und unteren Schichten — bei 1 Zoll und 4 Zoll Tiefe — 29,4 pCt. Ca. O, nach Analyse von Dr. *W. Simon*). Die weiterhin erscheinenden Blüthen hatten nur die *halbe* Grösse der Originalform, waren blassgelb; die später erscheinenden intensiv gelb, aber nicht grösser. — 1870: 3 überwinterte Pflanzen gingen durch Trockniss aus; daher neue Bepflanzung (ohne Ballen) von *d*, zinkfrei. Blüthen gross, in Farbe, Form und Zeichnung genau wie jene auf Zink *e*. Und dies erhielt sich auch so den ganzen Sommer hindurch. Hier also — trotz Kalkzusatz — keine Aenderung, während die Pflanze auf der zinkfreien Blumenerde *d* nicht unerheblich abschwankte. — 1871: Gedeihen gut. Blüthen blassgelb, Unterlippe citrongelb wie sub *a;* zeitweise mit schwachem Stich ins Violette. Grösse derselben ungleich: einige unter der normalen, andere normal, weiterhin aber auch immer eine Anzahl *viel grösser,* mit sehr schmalen Petala: bis 35 mm in der Mediane. — 1872: Obere Petala zum Theil deutlich lila, namentlich beim Abblühen. — 1873: Blüthen niemals auffallend gross, bisweilen sehr klein (1,5 cm in der Mediane). Trockener Sommer. Einige frisch aufgeblühete Blumen oben (2 Petala) entschieden lila; also Parallelvariation (und zwar fast gleichzeitig nach der Mitte des April) mit *b;* einzelne fast *durchaus lila* (bei 21 mm Mediane). Von der Mitte Juni an alle gelb, meist klein, fast bis zu 1 cm, nur noch ganz vereinzelt oben lila; so bis

Mitte August[1]). Also in fast allen Fällen hier mit der Länge der Cultur (und diesmal nicht mit der Menge der Individuen) zunehmende Variation.

1874: Blüthen zum Theil sehr klein, so klein wie die wilde *V. tricolor* auf unseren Feldern, gelb, selbst *weisslich* (Mediane 13 mm); von der überhaupt diese Form dann *nicht mehr verschieden* ist (auch bezüglich der Stipulae und des Sporns kein ausreichender Unterschied)[2]); andere gross, blassgelb (Mediane 29 mm), andere mittelgross; einzelne mit 2 *blauen* oberen Petala; die Mehrzahl citrongelb fast ohne Spur von lila. Mitunter findet man an *demselben* Stock kleine und mittelgrosse Blüthen (9 und 18 mm Mediane); oder in der Farbe blassgelbe neben goldgelben. (Die blaue Farbe trat auf dieser Plantage erst Ende Juni auf.) Stengel niederliegend wie zu Anfang. 1875: eine Blüthe violett, unten gelb mit braunem Saum. Rest sehr variabel.

h. Samen der goldgelben, ziemlich grossen englischen Garten-Form der gewöhnlichen *Viola lutea* (Mediane 25 mm), welche ich von Zürich erhielt, lieferten Pflanzen, welche 1873 und 1874 (im freien Lande) unverändert blüheten (Stipulae typisch, sehr einfach, schmal; Blätter eirund, breit).

i. Samen von *b* (aus bunten Blumen), 1874 gesäet, blüheten schon in demselben Jahr! Blüthen theils bunt, selbst oben sammtig; theils gelb.

Viola lutea.

Geographische Verbreitung.

Stammt nach *Christ* (Denkschriften der Schweiz. Nat. Ges. XXII. p. 64. 1867) aus den Schweizer-Alpen. Ausstrahlung nördlich nur nach Grossbritannien, östlich bis Transkaukasien, Klein-Asien (Taurus); p. 64: (fehlt in Island, Grönland, Labrador, Americ. orient. u. occident., Sibiria arctica, Scandinavia), vorkommend in *Britania* (fehlt in Sibir. orient. u. altaica, Sibir. et Ross. Ural., Caucas et Tauria), *Transsylv. Carpath., Sudet.,* fehlt in Planities sarmat. german.), *Alp. orient., Alp. central., Alp. occident.,* (fehlt Sylv. nigr., Voges. Jurass.), *Gallia central., Pyren.,* (fehlt Transcaucas.), *Asia* minor, *Rumel.* et *Graec., Apennin.* (fehlt Corsica, Hispan.).

Viola tricolor L. Meisst einjährig.

Die Ursache, warum diese Pflanze in manchen Fällen (auch im wilden Zustande) so leicht variirt, in andern Fällen und auf weite Strecken wieder gar nicht, ist zur Zeit so gut wie ganz unbekannt. Bezüglich der Thatsache selbst aber will ich einige sicher constatirte Fälle angeben, damit der Leser einigermassen einen Massstab für dieses merkwürdige Phänomen (hier und überhaupt im Pflanzenreiche) erhalte und sich schliesslich deutlich mache, wie wenig wir noch dasselbe verstehen, wie viel noch zu thun übrig ist.

---

1) Eine analoge Farbänderung beobachtete ich bei einem *Crataegus Oxyacantha:* Blüthen zuerst rein weiss, dann folgen weisse und stark rosarothe. Von Bodeneinfluss kann auch hier keine Rede sein, da sich die Erscheinung alljährlich wiederholt, während der Strauch auf derselben Stelle bleibt.

2) Diagnose.

	V. lutea.	*V. tricolor.*
Sporn.	so lang oder wenig länger als die Kelch-Anhängsel.	fast noch einmal so lang.
Stipulae.	fingerig, vieltheilig, Zipfel lineal, der mittlere breiter.	leierförmig fiederspaltig, der mittlere Zipfel oft gekerbt.
Obere Blätter.	lanzett-lineal bis breit eiförmig.	lanzett- bis ei-herzförmig.

Auch die Lebensdauer bildet keinen scharfen Unterschied, trotz den Angaben der Bücher. Endlich wird (von *Koch,* Syn.) angegeben bei *lutea:* Stämme kriechend, fadenförmig; bei *tricolor* ästig, aufsteigend. Aber man findet auch bei *tricolor* fussweit auf dem Boden aufliegende Stämme.

Die wilde Pflanze. Sie kommt nach meinen speciellen Beobachtungen in einem ausgedehnten Theile des Mittelrheingebietes[1]) vor: 1) *gelblichweiss*, klein; 2) *violettblau*, gross. Beide an gesonderten Standorten, doch ohne erkennbar bestimmten Einfluss des Substrates. 3) in *beiderlei Farben* — von wechselnder Ausbreitung — und Grössen der Blüthen in einer und derselben Gegend. Auch gibt es eine ganz *purpurrothe* wilde Form, welche *A. G. Moore* in England (Shankles, Isle of Wight) auf Ackerland in einigen Exemplaren fand; dabei grossblüthig (Journ. of Batany. IX. 1871. p. 136). Endlich kommt im höchsten Norden (in Lappland: Komagfjord bei $70^1/_2{}^0$ n. Br.) die Blume so prachtvoll vor, dass sie gar nicht veredelt wird (*H. Frauberger*).

Die Gartenpflanze. Dass unsere gemeine *hortensis* (Pensée, Stiefmütterchen) wirklich zu *tricolor* gehört, zeigt eine aufmerksamere Vergleichung. — Ich habe nun an unserer *hortensis*, und zwar auf *demselben Stamme*, ja auf demselben Aste, die Blüthen in der *Grösse* um das Doppelte variiren gesehen (von 5 p. L., der oft vorkommenden Grösse unserer blassgelben wilden Form, — bis 10 p. L. und mehr); ebenso in der Farbe: rein gelb, gelb und violett, rein violett. Bei Beddelhausen unweit Berleburg habe ich sogar an einer *wilden* Pflanze zugleich rein blaue mit blau und gelben Blüthen beobachtet. Unter diesen Umständen ist nicht daran zu denken, dass der Boden dies in den erwähnten Fällen veranlasst haben könnte, womit freilich nicht gesagt ist, dass der Boden überhaupt keinen Einfluss habe. Der bedeutende Einfluss der Düngung und sorgfältigen Cultur, welche bunte oder gelbe Blüthen von mehr als Thalergrösse — 55 mm — producirt hat (s. *Regel's* Gartenflora. 1867. VI t. 196), zeigt vielmehr unzweifelhaft, dass auch dem Boden eine starke modificirende Eigenschaft zukommt. — *Darwin* erwähnt (nach *Loudon* u. A.): aus Samen die man von den schönsten cultivirten Varietäten der Pensées (*Viola tric.*) gesammelt hat, werden häufig Pflanzen erzogen, die sowohl in ihren Blättern als in ihren Blüthen vollkommen identisch mit den wilden sind (Var. II 41).

Meine nachfolgend mitgetheilten Versuche hatten den Zweck, die Natur dieses Einflusses wo möglich genauer kennen zu lernen. Als Resultat ergibt sich indess nur soviel, dass 1. die *Auslese*, und 2. die durch *mehrere Generationen* fortgesetzte Cultur von bedeutendem Einflusse ist, während die Beschaffenheit des Bodens erst in zweiter Linie in Betracht kommt; selbst das wiederholte *Verpflanzen* hatte nicht den erwarteten Einfluss.

a. Wilde Pflanzen (Blüthe *klein, gelblichweiss*) aus unserer Umgegend wurden 1866 auf eine zollhohe Schicht von alter Mistbeeterde gesetzt; Untergrund zäh, schwer, steinreich, frisch umgearbeitet. (In den folgenden Jahren wurde der Boden nicht weiter berührt). Eine Pflanze *überwinterte!* Im Juli 1867 waren 2 Pflanzen vorhanden, deren eine die 2 oberen Petala *blassviolett* hatte. — 1868 entwickelten sich abermals 2 Pflanzen, in der Blüthe typisch. Reich fructificirend. — 1869 erschienen abermals *bunte* Blüthen: 1 und 2: die oberen Petala ganz violett (Farbe von mittlerer Intensität). 3: die oberen Petala gelb, aber *am Rande* mit einem *dunkelvioletten Fleck* von Eiform und 4 mm Länge. 4: ebenso, aber statt Flecken nur Punkte von 1 mm Durchmesser. 5: die zwei oberen Petala violett mit verwaschenem Rande, d. h. am Grunde heller. Bei 1—5 die Grösse der Blume etwas gesteigert, Mediane 15 mm. 6: Grösse geringer, typisch; obere 4 Petala blassgelb, das untere goldgelb. 7: obere beide Petala dunkelviolett; 2 seitliche hellviolett, unteres gelblich mit violettem Saume; also eine der gewöhnlichsten Gartenformen im Kleinen (Mediane 15 mm) (s. u. *e*). 8: kleinblüthig, weisslichgelb, typisch; im October vorherrschend.

Im Ganzen 30 Pflanzen, durch Selbstaussaat aus den vorjährigen entstanden. 1870 waren die Blüthen der wenigen (3) Pflanzen, welche sich überhaupt entwickelten, klein, gelblich, typisch. Also hat hier, unter gleichbleibenden Verhältnissen, die Neigung zur Variation sich mindestens nicht gesteigert; doch ist ein Schluss bei der geringen Zahl der Progenies kaum gestattet. 1871: alle Blüthen mässig klein, 1 cm Länge im Durchmesser. Eine hatte oben 2 violette Flecken.

1) S. auch meine Karte im 13. Bericht d. Oberhess. Ges. f. Nat. u. Heilk. p. 61. 1869.

1872: Blüthen klein, gelblich. Frische Aussaat vorjähriger Samen auf *gute Erde* in mehreren Töpfen hatte keine Aenderung in Grösse und Farbe der Blüthen zur Folge.

b. Pflanzen der typischen Form, wie sub *a*, wurden 1866 auf ein Beet verbracht, welches über dem schon dort erwähnten *Gartenboden* in loco mit einer 1 Linie hohen Lage von kohlensaurem *Zinkoxyd* bedeckt wurde, darüber eine dünne Schicht Mistbeeterde, dann abermals eine solche Zinkschicht; die Decke bestand aus einer 1 Zoll hohen Schicht Mistbeeterde (Länge des Beetes $4^1/_2$ Fuss; Breite $2^1/_2$; verbrauchtes Zinkpulver 2 Schoppen h. d.). Die eingepflanzten Wurzeln durchsetzten beide Zinkschichten und wurden sofort stark begossen. Gedeihen gut, reich fructificirend. Die Blüthen typisch, auffallend kleiner als sub *a* zu derselben Zeit. — 1867 nichts geändert; — Blüthen typisch. — 1868 ebenso; zwei Pflanzen; reichlich fructificirend. 1869 ebenso, doch erschien auch — wie sub *a* in demselben Jahre — eine etwas grössere Blüthe, deren 2 obere Petala *hell violett* waren, genau wie dort sub 5; ferner eine mit 4 (oberen) violetten Petala. — 1870: Blüthen klein, weissgelb. — 1871: Blüthen klein, gelb; oder zum Theil etwas grösser (bis 1 cm) und weissgelb.

Es machte hiernach bis dahin kaum den Eindruck, als wenn mit der Dauer der Versuche (ohne Auslese) die Neigung zur Variation hier zunehme; eine Beobachtung, welche sonst bei vielen Pflanzen unter dem fortgesetzten Einflusse der Cultur gemacht worden ist. Von Cultur kann aber in unseren beiden Fällen *a* und *b* allerdings eigentlich nicht die Rede sein, da der Boden — von übrigens sehr verschiedener Beschaffenheit — völlig unberührt blieb, und die Pflanzen nur durch Jäten vor der Verunkrautung bewahrt wurden, übrigens aber der Selbstaussaat überlassen blieben. Auch fand für diese Pflanzen keine Aenderung der klimatischen Verhältnisse statt. Näher liegt es bezüglich der kleinen Variation im Sommer 1869 an den bestimmenden Einfluss der dermaligen Witterung zu denken, wofür auch der folgende Umstand spricht; die Blüthen des *Herbstes* 1869 waren auffallend klein, fast weiss! Ich bin überhaupt geneigt, der Witterung (insbesondere der Temperatur, namentlich zur Zeit der Sprossung und der Befruchtung: Keimanlage) einen grösseren Einfluss auf die Variation zuzuschreiben. Doch ist zu beachten, dass auf dem benachbarten Beete *c* (s. u.) die gleichartigen Pflanzen zu derselben Zeit *keine* Variation zeigten.

Zurückstutzen der Pflanzen (Ende Juni 1870), um die Seitentriebe zu begünstigen, zeigte keinen Einfluss auf die Variabilität.

c. 1869 wurden mehrere Exemplare der kleinblüthigen wilden Form (wie sub *a* und *b*) auf ein Beet verpflanzt, welches so stark mit *Mörtel* versetzt war, dass der Boden bei der Analyse 29,4 pCt. *Kalk* lieferte (Ende April). Da bis zum Ende Juni keine Spur einer Variation an den sehr zahlreich erscheinenden Blüthen bemerkt werden konnte, so wurden mehrere Hauptstämme oben *abgestutzt*, um die Seitentriebe zu begünstigen, und vielleicht dadurch eine solche anzubahnen. Die Pflanzen gediehen vortrefflich, bildeten eine dichte Masse von aufrechten Stengeln, etwa 1 Fuss hoch; im Ganzen zählte ich deren 30. Sie blühten bis in die Mitte des October; alle Blüthen weisslichgelb, klein. — 1870 kamen 6 Pflanzen, auffallend hoch, aufrecht, reich verzweigt, was wohl in der ausserordentlichen Lockerheit dieses Bodens und dem entsprechender starker Wurzelbildung begründet ist. Blüthen ziemlich klein, doch fast doppelt *grösser* als die kleinste Ackerform, 13 mm im grössten Durchmesser, weissgelb. — 1871: Pflanzen sehr gross und üppig; Blüthen klein, gelblich, ohne Zeichen einer Aenderung. — 1872: Blüthe gelblich-weiss, klein, im grössten Durchmesser 15 mm (Mediane). Also keine irgend nennenswerthe Aenderung in Grösse und Farbe der Blüthe.

d. Der Einfluss *starker Düngung* erwies sich — wenigstens für die erste Generation — als irrelevant. Blühende Pflänzchen vom Mörtelbeete *c* wurden 1869 auf ein Beet gebracht, welches aus einer Mischung von Schlamm, etwas Lauberde, Abtrittsdünger und Hornspähnen bestand (alles verrottet). Schicht $1^1/_2$ Fuss tief, Fläche 2 Fuss in's Gevierte. Die weiterhin sich noch zahlreich entwickelnden Blüthen waren klein und gelblich.

e. Samen von *a* 7 1866, also einer anscheinend im Veredelungsprocess begriffenen Form, wurden 1870 isolirt ausgesäet. Es erschienen mehrere Pflanzen, davon 1: in der Blüthe bunt gleich der Mutter, aber in anderer Vertheilung, nämlich oben violett, seitlich weisslich, unteres Blatt violett; späterhin aber die Blüthen ganz violett. 2 und 3 aber brachten kleine, gelbliche Blüthen, weiterhin auch mit etwas Violett. 4 hatte die typische Grösse, aber die 2 oberen Petala ganz violett (von mittlerer Intensität des Tons). Sie wurden in besondere Töpfe verpflanzt und zwar in besonders zubereitete Erde (aus 1/6 Hornspähnen, 1/6 sandhaltiger Lehmerde, 4/6 Haide-Erde, gemischt mit gleichem Theil Schlackensand). Die Pflanzen wurden weiterhin zeitweise zurückgeschnitten, um stets neue Verzweigung zu veranlassen.

Ergebniss. No. 1 brachte weiterhin eine *Blüthe von 21 mm Durchmesser, ganz violett;* dann andere mit etwas Gelb und etwas kleiner; ausnahmsweise kamen im Laufe des Sommers auch einzelne kleine, violett und gelbe Blüthen vor. (Die Samen der grössten Blüthen wurden besonders — in Glasröhren von geeigneter Lage — aufgefangen). Hiernach ist es in sehr kurzer Zeit *gelungen, aus dem kleinen weissgelben Stiefmütterchen* unserer Felder *durch Festhalten zufällig entstandener Variation* und deren Steigerung durch *Cultur* eine ganz respectable Form des *Pensée unserer Gartenbeete zu erziehen.*

No. 2 von *e* 1870 brachte zahlreiche kleine Blüthen, gelblich oder blassviolett mit gelblich, kaum grösser als die kleine Ackerform. Also im Wesentlichen wie im Vorjahre.

No. 3 von *e* 1870 brachte ebenfalls kleine gelbliche Blüthen mit blassvioletter Mischung, meist identisch mit 2. Zahlreich blühend, durch den ganzen Sommer, wie 2.

No. 4 von *e* 1870 producirte gelbliche Blümchen, also Rückschlag; ausnahmsweise traten auch an den 2 oberen Petala violette Färbungen auf.

No. 5 war gerade so wie 4. Die Samen ergaben 1870 bei der Separatcultur Pflanzen mit sehr kleinen, gelbweissen Blüthen, ohne Violett; also vollkommener Rückschlag in die kleine Ackerform, das Originalthema unserer Studie.

1871 wurden die aufgefangenen Samen der schönsten Formen (cf. 1870) in einen Topf mit Erde von bester Qualität gesäet (3/4 Haide-Erde, 1/4 Lehm, dazu Hornspähne). Die ersten Blüthen waren ziemlich klein (1 cm), oben violett oder violett gerandet. Ende Juli erschienen *ganz violette,* andere nach unterwärts gelb. Im August erreichten sie 18 mm Länge; die Anfangs unterwärts gelben verfärbten sich weiterhin auch unten violett (nach etwa 3 Tagen Dauer)! Mitte August wurden die Exemplare in's freie Land gepflanzt; die nun erscheinenden Blumen waren alle mehr oder weniger *violett;* endlich im October erschienen welche, deren 2 obere Petala dunkelviolett und deutlich *sammtig* waren, die unteren etwas heller. Dabei erreichten sie eine maximale *Grösse von 24 mm!* Hiermit ist bereits die Hälfte des Wegs bis zur höchsten jetzt überhaupt erreichten Veredelung zurückgelegt. (Auch bei der *wilden* Pflanze ist die Grösse der Blüthe variabel, wie bekannt. Bei uns kommt fast nur die kleine gelbliche vor, in der Mediane 6 mm lang; doch fand ich 1870 auf einem Acker neben solchen auch Exemplare mit Blüthen von der doppelten Grösse.)

1872 waren die Blüthen violett, oder gelb und violett, die grösste überschritt nicht 24 mm.

1873: Blau, blau und gelb, fast rein gelb; *grösste 30 mm.*

1874: Zahlreich blühend, alle violett *und gelb*-bunt, mittelgross; *überwintert.* Stämme weithin niederliegend, wie bei dem Zinkveilchen.

Von dieser Serie (*e* 1872) wurden im Mai 1872 eine Anzahl junger Pflanzen in ein Beet von Lauberde übertragen; es erschien u. a. eine *weisse* Varietät, die 2 oberen Petala *violett gerandet;* im Allgemeinen die Blumen in der Grösse verringert (15 mm), sehr vielfarbig, die meisten violett; *keine gelb.* Hiernach in der Farbe *beginnende Fixirung.* Die blosse Verpflanzung hat keinen besonderen Erfolg für Veredelung gehabt.

Eine Anzahl von Sämlingen dieser Plantage wurde 1872 auf Lauberde verpflanzt. Sie blüheten klein — im Maximum 15 mm — aber sämmtlich bunt. Ihre Samen wurden 1873 zuerst in Töpfe

gesäet, dann die Sämlinge an drei verschiedenen Stellen ins Freie verpflanzt, mit oder ohne Ballen, in verschieden zubereitete Erde. Blüthen im Maximum 16 mm; violett, oder violett und gelb, *keine rein gelb;* also keine Steigerung.

Auch 1874 *(überwintert) alle violett.* Die Plantage *überwinterte* im Freien und brachte (1874) mittelgrosse (15—17 mm), ausschliesslich *violette* Blumen; Stengel niederliegend. Es liegt hiernach wieder ein Fall vor uns, wo der einmal erworbene *Varietätscharakter* mit ausserordentlicher Zähigkeit festgehalten wird.

In der *Tafel* V sind einige interessante Stufen aus dem oben geschilderten Veredelungsgang der *Viola tricolor* dargestellt.

Verblühen im Keller durch fünf Tage bei niederer Temperatur (12° R.) und im Finstern, Form *a*, hatte bei den im folgenden Jahre (1872) in Töpfe ausgesäeten Samen (aus den damals blühenden Blumen; die später aufblühenden wurden beseitigt) das Resultat, dass die Blüthen sämmtlich klein und gelblich waren, 9 mm gross. Auch nützte es nichts, dass ein Theil der Pflänzchen im Juni in eine neue gute Erdmischung verpflanzt wurde; das Wachsthum war üppig; aber die Blüthen erreichten nur 10 mm und blieben gelblich. Dieser Fall mit Rückschlag kann aber nicht als Ursache und Wirkung aufgefasst werden, weil bei dem Parallel- oder Controlversuch: Aussaat von Samen derselben Form aus gleichzeitig *im Freien* verblüheten Blumen, sich ganz die nämlichen Blüthen entwickelten.

V. tricolor ist nach *H. Müller* auf *Fremdbestäubung* angewiesen, doch kann auch *Selbstbestäubung* vorkommen, und zwar durch Insekten vermittelt (Befruchtung der Blumen 1873, p. 145). Nach Bennet sind es Thrips-Arten (Nature 1874, Sept. 434).

Die geographische Verbreitung

giebt bei diesen beiden Species: *lutea* und *tricolor* — wenig Anhaltpunkte zur Abwägung des Species-Charakters, da sie eben nicht immer scharf unterschieden worden sind, was nach dem Obigen sehr natürlich ist (s. oben unter lutea). Viola *tricolor* ist geradezu durch ganz Europa verbreitet.

Viola tricolor L.

Lecoq, g. b. V. 186: Nous sommes forcés de réunir sous ce nom des plantes très differentes qui ont été confondues par la plupart des botanistes, et dont M. Jordan a déjà séparé des espèces très-bien caractérisées. Ce sont des plantes annuelles ou *vivaces*, à tiges simples ou rameuses, à feuilles allongées, ovales ou lancéolées, crénelées, à stipules de formes aussi variables que les feuilles. Les fleurs offrent tout autant de variations que les autres organes: elles sont grandes ou petites, jaunes, *blanches* ou maculées de jaune et de bleu. Il est vraiment inconcevable que l'on n'ait pas songé plus tôt à séparer des plantes aussi distinctes. Ces plantes fleurissent pendant tout l'été, et sont disséminées dans les moissons, dans les champs incultes, sur les pelouses et le long des haies. *Nature de sol. Altitude.* Tous les terrains et toutes les hauteurs lui conviennent. M. Boissier l'indique jusqu'à 2000 m. dans le midi de l'Espagne; elle suit les cultures jusqu'au point où elles s'arrêtent.

Géographie. Comme la plupart des groupes d'espèces celle-ci prend une grande extension. On en trouve des formes diverses depuis la pointe australe de l'Europe jusqu'à l'extremité de la Laponie. Elle est en Angleterre, en Islande, en Irlande et dans les archipels du nord. — A l'occident, on la rencontre en Portugal, aux Canaries, en Islande et en Amérique, sur les bords du lac Huron, dans le Canada. — A l'orient, elle a été trouvée dans les Carpathes, la Turquie, l'Italie, la Sicile, la Tauride, le Caucase et dans la Sibérie de l'Oural, et celle de l'Altaï.

Limites d'extension de l'espèce.

Sud	Canaries	30°	}	Ecart en latitude 40.
Nord	Laponie	70		
Occident . .	Canaries	18 O	}	Ecart en longitude 115°.
Orient . . .	Sibérie de l'Altaï	97 E		

Carré d'expansion . . . . 4600."

Es ist wohl anzunehmen, dass bei diesen Versuchen *Hoffmann*'s Bastardirungen eine Rolle gespielt haben, und es ist zu bemerken, dass *Hoffmann* viel zu viel Werth auf die Blüthenfarben gelegt hat, dagegen auf andere morphologische Merkmale sehr wenig.

Ich will auch die Angaben *Hoffmann*'s aus dem Jahre 1887 (S. 776) über *V. tricolor* noch hierher setzen: „*V. tricolor*. Theils einjährig, theils überwinternd.

Ich habe früher gezeigt, wie es mittelst konsequenter Auslese gelingt, nach einigen Generationen aus der kleinsten, gelblichen Ackerform grosse, bunte, sammtige Gartenstiefmütterchen zu züchten. (Die eigenthümlichen Papillen, auf deren Anwesenheit der Sammtschimmer wenigstens theilweise beruht, kommen auch an den *nicht* blauen Petala und an nicht sammtartigen Stellen vor. Hiernach ist die Form „*hortensis*" nicht mit einer histologischen Aenderung verknüpft, sondern beruht nur auf quantitativen Unterschieden, bezüglich Vertheilung und Intensität der Farbstoffe.)

Als ich die Plantagen auf dieser Höhe hatte, habe ich drei derselben mit überwiegend *violetten* Blumen weiterhin ganz sich selbst und der Selbstaussaat überlassen, in der Absicht, zu beobachten, ob dieselben unfreiwillig wieder in die wilde Ausgangsform (klein, gelblich) zurückschlagen würden.

Es ist hierbei wichtig zu beachten, dass diese Species zum Theil Selbstbestäubung hat (*Darwin*, Cross fertilisatiom, p. 124). 1. In 1875 waren alle Blüthen klein, violett und gelb-bunt. 1876: Unter anderen an demselben Stengel rein violett und violettgelbe. Grösste 20 mm, kleinste 9! und war letztere rein gelb. Also einzelne ganz zurückgeschlagen. 1877: 1 Exemplar vorhanden: Blüthen 15 mm, tief violett, sammtig und gelb. 1878: 5 Pflanzen, violett und gelb, oder rein violett. Maximum 14 mm. 1879: 1 überwintert; Blüthen violett mit gelb, 14 mm, zum Theil sammtig, 6 Pflanzen. 1880: Pflanzen zum Theil überwintert. Alle Blüthen violett und gelb, Grösse schwankend: 12 bis 22 mm. 1881: 1 Pflanze, Blüthe mittelgross, violett mit weisslichgelb. 1882: sehr zahlreiche bis 2 Fuss lange, subdecumbente Aeste, an sieben Pflanzen, Blüthen oben violett, unten gelblich, 12 mm Durchmesser. Also im Laufe der Generationen eigentlich nicht geändert und entschieden nicht in die Stammform zurückgeschlagen.

1b. Samen der vorigen von 1880 wurden 1881 ins freie Land gesäet. Es erschien nur 1 Pflanze, grossblüthig (25 mm), violett mit weissgelb. 1882: Zahlreiche Aeste bis 2 Fuss lang, an vier Pflanzen, Blüthen mittelgross (20 mm), wenige kleiner, violett mit gelb. Also nur in der Grösse von voriger etwas abweichend. 1884 violett mit gelb, mittelgross. 1885 sehr zahlreich, sämmtlich violett mit gelb, oder weissgelb, mittelgross bis klein (10 mm). Das Violett in einzelnen Fällen verwaschen, also Andeutung eines Rückschlages. 1886 zahlreich, violett mit weissgelb.

2. In 1875 erreichten die Stämme (ca. 12 Stück) 2½ Fuss Höhe! und blühten ausschliesslich violett, einmal ca. 100 gleichzeitig offen. Grösse im Mittel 18 mm, aber auch bis 12 mm herab, und dabei doch sammtig violett! 1876 immer violett, bis 20 mm. 1877 violett klein, Maximum 13 mm, 10 Stöcke. 1878: 8 Pflanzen, einige überwintert mit ½ bis 1 Fuss langen niederliegenden Stengeln und kleinen Blättchen (Winter sehr mild). Blüthen klein, violett ohne gelb. 1879: 8 Pflanzen violett, klein. 1880: 7 Pflanzen, immer violett, klein. 1881 nichts überwintert. Es erscheinen 12 Pflanzen, Blüthen klein, sämmtlich violett. 1882: zahlreich überwintert, Blüthen klein, violett, 30 Pflanzen. 1883: zahlreich, klein, violett. 1884 ebenso. Hier ist also die violette Farbe unverändert geblieben.

3. In 1874 waren sämmtliche Blüthen violett und klein, Stämme bis 50 cm lang, liegend oder aufrecht. 1875: abermals violett, zum Theil die kleinste Form. 1877: violett oder violett mit weiss; 10—26 mm, an demselben Stock ungleich gross. 1878: einige überwintert, Blüthen klein (bis 8 mm herab), violett oder violett und gelb. 1879: 8 Pflanzen, violett mit gelb, oder weisslich, oder rein violett, klein. 1880: Blüthen klein, grösste 18 mm, violett, wenige violett mit gelb, kleine gelb; 10 Pflanzen. 1881 erschienen über 100 Pflanzen, sämmtlich kleinblüthig (12 mm), rein violett oder violett mit weissgelb. Alle Stengel aufrecht. Ebenso 1882; zahlreiche, Blüthen klein, überwiegend violett, untere Hälfte lila bis gelblich oder gelb. 1883: sehr zahlreiche Blüthen, klein, überwiegend violett bis mittel violett oder violett mit gelblich. Es hat demnach ein entschiedener Rückschlag in die ursprüngliche Form in einer längeren Reihe von Jahren und Generationen bei Selbstaussaat nicht stattgefunden; die überwiegend violette Farbe ist geblieben; ein neuer Beweis wie ausserordentlich fest ein einmal erworbener Varietäts-Charakter haften kann. Die Blüthengrösse zeigte sich auch hier, ohne alle Cultur, sehr schwankend, selbst bei derselben Plantage. Im Ganzen war sie von Anfang bis Ende sehr gering."

II. Morphologie der vegetativen Sprosssysteme.

Die Samen von beiden Arten keimen nach etwa zwei Wochen. Die Keimblätter der Keimpflänzchen sind bei *vulgaris* mehr elliptisch, bei *arvensis* mehr eiförmig. Die Spreiten der Keimblätter der Keimpflänzchen, die noch keine Laubblattanlagen zeigen, sind 4 mm lang, ihr Stiel 2 mm lang; bei *arvensis* ist die Spreite 3 mm, bei *vulgaris* etwa 2 mm breit. Die Blätter wachsen jedoch später noch bis zu 12 mm Spreitengrösse heran, ehe sie absterben. Hauptsprosse von *arvensis,* die schon 16 Laubblätter völlig entwickelt hatten, besassen noch ihre Keimblätter. Die Internodien der absoluten Hauptachse der Keimpflanze bleiben anfangs kurz, sodass die ersten sieben Blätter anfangs eine bodenständige Rosette bilden (Fig. 1). Sobald das 7.—8. Blatt seine Spreite entfaltet hat, beginnt die Streckung der Internodien, zugleich wachsen die Achselknospen der untersten sich gegenüberstehenden Laubblätter zu Zweigen aus, deren Wachsthum anfangs mit dem des Hauptsprosses Schritt hält, später aber von dem Wachsthum des letzteren übertroffen wird. Es beginnt also die Bildung der schmalen Blätter am Hauptspross dann, wenn die Streckung der Internodien beginnt. Der morphologische Aufbau des vegetativen Sprosssystems von *arvensis* ist, wenn der Hauptspross ungefähr 17—20 Blätter völlig entwickelt hat, ungefähr so wie es für einen Fall im Sprossschema (Fig. 11) dargestellt ist (siehe *Arthur Meyer*, Wissenschaftliche Droguenkunde. 1892. Bd. II. S. 3). Auf die Keimblätter folgt am Hauptspross ein Wirtel von zwei Laubblättern (2 *g*), dann mit $^1/_4$ Divergenz gegen die Medianebene des Wirtels ein Blatt ($^1/_4$). Auf diese folgen hier vier Blätter in $^1/_2$ Stellung, denn sechs in $^1/_3$ Stellung, schliesslich solche in $^2/_5$ Stellung. In den Achseln der sieben untersten Blätter stehen hier Zweige erster Ordnung (*I*): für einen der untersten und für den obersten ist ein Schema in Fig. 11 *I* dargestellt. Am untersten sehen wir zuerst rechts (*r*) und links (*l*) zwei Blätter, die Vorblätter des Sprosses. An das zweite schliesst sich das dritte mit $^1/_2$ Stellung an, dann folgen noch zwei mit $^1/_2$ und schliesslich die übrigen mit $^1/_3$ Stellung. Der Bau des obersten Zweiges ist aus dem Sprossschema ersichtlich. Die dazwischenliegenden primären Zweige des Hauptsprosses verhalten sich intermediär. In der Achsel des achten Laubblattes des Hauptsprosses steht schon eine Blüthe, und eine solche tragen alle höher stehenden Blätter des Hauptsprosses in den Achseln. Charakteristisch ist es, dass über jeder Blütheninsertion ein Beispross (in (*b*) dargestellt) sitzt. Diese Beisprosse kommen theilweise zur Entwickelung, wenn die Früchte gereift sind. Ueber die Variationen, die der morphologische Aufbau des vegetativen Sprosssystems zeigt, gibt die Tabelle I Aufschluss.

Tabelle I.

Hauptspross von *arvensis*.

Keim-blätter	Laubblätter 1 u. 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Erste Blüthe
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5			8
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5		6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/4	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5							6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5						6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3		7
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/4	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	9
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/4	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5					6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/4	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5						6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5					6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/4	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5			7
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5				6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5						6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5			7
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5					6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5					7
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5						6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5							5
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5						7
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5							6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5						5
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5							5
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/4	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5		7
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3								6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5				6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5								7
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5						8
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5			6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3									6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5						6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/4	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3									6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3							6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3									6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5				6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5			6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5				6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5			6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/4	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5			10
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3									6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5				6

Die Tabelle II, welche ich angefertigt habe, ist aus der Tabelle I abgeleitet. Sie zeigt, in welchem Verhältnisse die 1/4-, 1/2-, 1/3- und 2/5-Stellung in den verschiedenen Knoten vorkommen. Am dritten Knoten findet sich stets 1/4-Stellung, am vierten stets 1/2-Stellung. Die 1/3-Stellung ist am häufigsten am neunten Knoten, die 2/5-Stellung am 16. Knoten u. s. w.

Tabelle II.

Zahl der Pflanzen	Stellung der Blätter im Knoten	Blattstellung 1/4	1/2	1/3	2/5
40	3	40			
40	4		40		
40	5	4	36		
40	6	4	31	5	
40	7		18	22	
40	8		7	32	1
40	9		3	39	1
40	10			34	6
36	11			20	16
35	12			11	24
30	13			4	26
23	14			3	20
18	15			2	16
12	16			1	11
5	17			1	4
2	18				2

Arvensis stirbt meist im Herbst ab. Spät entwickelte und geschützt stehende Pflanzen können jedoch überwintern und im zweiten Jahre kräftig weiter wachsen. *Vulgaris* verhält sich in ihrer Morphologie ähnlich wie *arvensis*. Ueber ihren Aufbau geben die Tabellen III und IV Aufschluss.

Tabelle III.

Hauptspross von *vulgaris*.

Keimblätter	Laubblätter 1 u. 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Erste Blüthe
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/4	1/4	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5			6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/4	1/4	1/3	1/3	2/5	2/5							6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/4	1/2	1/2	1/4	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5					6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	2/5		6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/3	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3					6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5					6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/4	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5			6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/4	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3								6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3								6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3										6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5							6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3							6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3									6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3							6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3								6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3							6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3							6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3								6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3								6

Tabelle IV.

Zahl der Pflanzen	Stellung der Blätter im Knoten	Blattstellung			
		1/4	1/2	1/3	2/5
20	3	20			
20	4		20		
20	5	4	15	1	
20	6	2	17	1	
20	7	1	8	11	
20	8	1	2	17	
19	9			19	
18	10			16	2
13	11			10	3
7	12			3	4
7	13			1	6
4	14				4
4	15				4
2	16				2
1	17				1

Vulgaris überwintert *stets* und wächst im zweiten Jahre üppiger als im ersten.

Schliesslich gebe ich in der Tabelle V einige Beobachtungen über die am Hoheneckfusse gesammelten *Viola tricolor,* welche in ihrer Färbung und ihrem Habitus zwischen dem gelben Hoheneckveilchen und der *Viola tricolor vulgaris* stand, vielleicht ein Bastard zwischen beiden war, und in Tabelle VI ein paar Beobachtungen über das Galmeiveilchen.

Tabelle V.

Hauptspross von *Viola tricolor* vom Hoheneckfusse.

Keimblätter	Laubblätter													Erste Blüthe
	1 u. 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/4	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3					7
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/4	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3					7
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3					6
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3					7
2 *g*	2 *g*	1/4	1/2	1/4	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	2/5	2/5	2/5	6

Tabelle VI.

Hauptspross von *Viola lutea* (von *Wieler* aus Aachen).

Keimblätter	Laubblätter								Erste Blüthe
	1 u. 2	3	4	5	6	7	8	9	
2 *g*	2 *g*	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	

III. Entwickelungsgeschichte des Laubblattes.

Das Blatt tritt zuerst als ein seitlicher Höcker unterhalb der Achsenspitze auf. An der Basis wächst dasselbe sehr rasch, dort zwei seitliche Auswüchse bildend. Der Höcker selbst wird später zur Spreite mit dem Blattstiele, und die Auswüchse an der Basis sind die Anfänge der Nebenblätter. Die Entwickelung der Nebenblätter geht aber sehr viel schneller vor sich als die der Lamina. Während das Nebenblatt heranwächst, wachsen Vorsprünge aus und bilden die schlanken Lappen der sich entwickelnden Stipulae. Die Lappen entstehen in basipetaler Folge, d. h. die oberen Vorsprünge (s. Fig. 12, Taf. III) entstehen zuerst. Jetzt entsteht wesentlich gleichzeitig an der Spitze jedes Lappens der Stipulae und auch an der Spitze der Lamina (die Art der Entstehung wird später behandelt werden) eine Drüsenzotte. Wenn die Gliederung der Nebenblätter vollendet ist, ist das Oberblatt völlig ungetheilt (Fig. 12, Taf. III). Die ganze Spreite ist um diese Zeit noch nicht halb so lang und nur ein Drittel so breit wie die rascher wachsenden Nebenblätter. Die Blätter sind in der Knospenlage von beiden Seiten gegen die Mitte zu einmal zusammengerollt. Jetzt fängt die weitere Entwickelung des Oberblattes an, nachdem also die Gliederung der Nebenblätter vollendet. Das Oberblatt wächst heran und bildet zugleich an seiner Basis in halber Höhe zwei Einkerbungen, so dass nun vier Blattlappen vorhanden sind (Fig. 13, Taf. III). Um diese Zeit beginnt die erste Ausgestaltung der Tracheen in dem Mittelnerv des Blattes.

Die weitere Anlage der Zähne findet in basipetaler Folge statt, bis die 3 bis 5 Paare des fertigen Blattes entstanden sind. An dem oberen Theile jeder Zahnanlage wird eine Drüsenzotte entwickelt, und zwar ist die Entwickelung derselben vollendet, wenn die jungen Zähne halb ausgewachsen sind. Während des Wachsthums des Blattes wächst die Spitze des Zahns nach dem Centrum des Blattes zu, und wenn das Wachsen des Zahns nicht verhindert wird, findet man, dass die Spitze mit ihrer Drüsenzotte später die Unterfläche des Blattes beinahe berührt oder doch ihr parallel läuft (Fig. 15 *d*). Sobald alle Zähne eines Blattes angelegt sind, findet man auch die Tracheenstränge aller Seitennerven erster Ordnung ausgebildet. Diese laufen mehr oder weniger bogenförmig nach der Spitze jedes Zahnes. Mit der weiteren Entwickelung des Blattes treten die Tracheen der Seitennerven höherer Ordnung hervor. Erst nachdem die Tracheen der Seitennerven dritter und vierter Ordnung in der Lamina hervortreten, beginnt die Bildung des einfachen Blattstiels. Die Verlängerung des letzteren richtet sich nach dem Wachsthum der Lamina. Bei Pflanzen, die unter günstigeren Umständen aufwachsen, wird ein Theil der Stipulae nicht nur grösser werden, sondern auch die Bildung einer oder mehrerer Zähne, die ähnlich sind wie die der Lamina, zeigen. Wenn das Blatt ausgewachsen ist, fallen die Schleimdrüsen ab.

IV. Morphologie des Laubblattes.

Das Blatt besteht also aus einer Spreite, einem gut entwickelten Stiele und zwei Nebenblättern. Die Stipulae sind meist relativ gross, blattartig und leierförmig-fiederspaltig. Die Form und Grösse der Lamina ist, wie wir später genau sehen werden, verschieden, je nach der Stellung des Blattes am Spross. An den unteren Blättern sind die Laminae eiförmig, oder beinahe kreisrund mit runder Spitze und abgestutzter, herzförmiger oder spatelförmiger Basis. Die Form der Lamina der oberen Blätter der Sprosse kann elliptisch und breit lanzettförmig sein; ihre Spitze und Basis sind scharf. Das Verhältniss zwischen der Grösse der Lamina und der des Stieles schwankt sehr. Die jüngeren Blätter tragen meist an der Spitze des Blattes und der Lappen entweder die wohl entwickelten Drüsenzotten oder ihre Ueberreste. Die Blätter in der Mitte des Sprosses stehen zwischen den beiden beschriebenen Arten in der Mitte und sind entweder eiförmig oder breit elliptisch. Der Rand der Lamina ist gekerbt-gesägt oder gekerbt, und die Zahl der Zähne ist bei Blättern ver-

schiedener Pflanzen relativ gleich, sofern dieselben ungefähr gleichen Regionen entnommen sind. Die unteren und oberen Blätter haben im allgemeinen drei Paar Zähne, die Blätter in der Mitte des Sprosses wildwachsender Pflanzen zeigen im Maximum 5, was sogar der Fall war bei einem Exemplar von *arvensis*, welches auf besonders günstigem Boden wuchs, und dessen Lamina 30 mm lang war.

Die obere und untere Fläche, die Ränder der Lamina, sowie auch die des Petiolus und die Ränder der Stipulae sind behaart. Die Behaarung ist am stärksten am Petiolus, an der unteren Hälfte der Lamina und am Rande der Lappen der Stipulae. In der Nähe der Spitze oder an der oberen Hälfte der Lamina sind sehr wenig Haare zu finden. Der Blattstiel ist im Querschnitte dreieckig, auf der Oberseite rinnig. An den unteren Blättern ist der Petiolus kurz, während der Stiel an den oberen Blättern theilweise langsam in das Blatt übergeht. Das beste Bild über den Wechsel des Baues der Laubblätter erhalten wir bei Betrachtung der Photographie der successiven Blätter eines absoluten Hauptsprosses. Betrachten wir zuerst die Laubblätter des absoluten Hauptsprosses von *arvensis* (Fig. 4, Taf. I). Die Blätter 1—4 besitzen noch fast runde Spreiten, das erste und zweite Blatt, welche in einem Wirtel standen, zeigten noch keine Nebenblätter, dieselben traten erst beim dritten und vierten auf; beim fünften und sechsten zeigte sich schon reichliche Verzweigung des Nebenblattes. Weiter tritt das Schmälerwerden der Lamina, das breitere Herablaufen derselben am Stiel und das Grösserwerden der Nebenblätter deutlich hervor. An den untersten, gegenüberstehenden Zweigen erster Ordnung verhält sich die Sache ganz ähnlich.

V. Anatomie des Laubblattes.

1. Nervatur des Blattes. Zum genauen Studium des Blattes nehmen wir ein Blatt, das vollständig ausgewachsen ist, und zwar ungefähr von der Mitte des Sprosses. Der Mittelnerv geht ununterbrochen in einer beinahe geraden Linie von der Spitze der Lamina, durch diese und den Stiel hindurch zu dem Spross. Bevor der Mittelnerv in den Spross eintritt, sendet er Zweige erster Ordnung nach beiden Seiten aus (*a*, Fig. 14, Taf. III), diese treten in die Basis der Stipulae ein, der Insertionslinie der Stipulae parallel laufend, und treten in ihrer Mitte mit einem Leitbündel der Achse (*b*) in Verbindung. Von jedem dieser Seitenäste gehen nach oben fünf Nerven zweiter Ordnung aus, welche nach der Spitze ebensovieler Stipularlappen (*c*) laufen. Von diesen Nerven zweiter Ordnung gehen Nerven dritter Ordnung aus. Einige von diesen bilden den Mittelnerv mancher Lappen, andere bilden schon Secundärnerven der grösseren Lappen.

Von dem der Insertion der Stipulae parallel laufenden Leitbündel (*d*), also dem früher als Zweig erster Ordnung des Mittelnerven bezeichneten Leitbündel, geht an jeder Seite des Blattstielhauptleitbündels ein Leitbündel ab, welches direct oder indirect (*d*) mit dem Mittelnerv eines Lappens des Nebenblattes verbunden ist. Diese Leitbündel laufen durch den Stiel parallel mit dessen Hauptnerven, und nachdem sie die Lamina erreicht haben, laufen sie bis in die Spitze des zweituntereu Blattzahnes. Durch diese „Randbündel" des Blattstiels steht also die Lamina noch directer mit den Nebenblattleitbündeln in Verbindung. Die Hälfte (4) der Nervenzweige erster Ordnung (die Secundärnerven der Lamina) entspringen innerhalb des unteren Drittels der Laminalänge. Im mittleren und im oberen Drittel der Laminalänge entspringen nicht weit voneinander je zwei andere Nerven derselben Ordnung. Alle diese sind schlingenläufig; die Spitze der Schlingen (*s*) liegt in der Spitze der Blattzähne. Meist ist der untere Theil der Schlinge (*u*) stärker wie der obere (*o*). Die vier oberen Nerven und die Spitze des Hauptnerven vereinigen sich. Von den Secundär- und Tertiärnerven zweigen sich am Blattrande Nerven dritter Ordnung ab, und diese sind miteinander durch Nerven vierter Ordnung verbunden, sodass am Rande wieder ein kleines System von Schlingen (*e*) entsteht. Zwischen den Primär- und Secundärnerven bilden verschiedene Nerven-

zweige zweiter und dritter Ordnung Anastomosen. Nervenzweige vierter und fünfter Ordnung enden frei: theilweise finden wir aber auch freiendigende Nervenzweige zweiter Ordnung. Freie Nervenendigungen kommen sonst noch unter den Wasserspalten vor, von denen später zu reden ist. Ein Stück des feineren Nervennetzes ist in Fig. 18, Taf. III abgebildet. Es ist dieses Stück eingeschlossen von Nerven erster und zweiter Ordnung und ist in Fig. 14, Taf. III an die Stelle *f* zu setzen. In den Nebenblättern sind die Secundärnerven ebenfalls schlingenläufig, und es entspringt, wie bei der Spreite, von ihnen aus auch ein kleines System von Nervenschlingen. Die Nervenendigungen kommen, wie bei der Spreite, nur innerhalb der von den Schlingen der Nervenzweige erster Ordnung umgebenen Laminartheile vor, nicht in der Region der Randschlingen.

2. Anatomie des Blattstieles. Der Querschnitt des Blattstieles ist dreieckig. Die Oberseite des Schnittes zeigt drei, den Randleisten und einer mittleren Leiste der Oberfläche des rinnenförmig vertieften Stieles entsprechende Hervorragungen. Die zwei an der Ecke der Basis sind wenigstens drei mal so gross wie die in der Mitte. Die Epidermiszellen, besonders die an der unteren Seite des Stieles, setzen sich in einzellige Haare fort, die 100 bis 130 μ lang sind. Der gewöhnliche dünne Querschnitt zeigt 8 bis 10 dieser Haare. Chlorophyllhaltige Zellen finden sich direct unter der Epidermis an allen Stellen mit Ausnahme der beiden oberen Eckleisten und des Randes an und in der Nähe der unteren Spitze des Querschnittes. Die chlorophyllhaltigen Zellen füllen aber den übrigen Raum zwischen den Epidermen der oberen seitlichen Spitzen aus. Unter der Epidermis der mittleren Leiste der Oberseite finden sich zwei Reihen von chlorophyllhaltigen Zellen, die sich bis in die Mitte der beiden Seiten des Querschnittsdreieckes zweireihig, von dort bis in die Nähe der unteren Spitze aber nur einreihig fortsetzen.

In der Mitte des Stieles liegt ein ziemlich grosses collaterales Leitbündel. Seine Form ist halb-cylindrisch oder elliptisch und hat an seiner breitesten Stelle einen Durchmesser von 250 bis 260 μ. Ausserdem läuft in jeder der oberen Leisten eins der früher schon besprochenen Leitbündel, welches den untersten Zahn der Spreite mit dem Nebenblatt verbinden. Ein solches Leitbündel besitzt einen Durchmesser von 40 μ. Das Phloëm dieser Bündel liegt, selbstverständlich, der Unterseite des Stieles und das Xylem seiner Oberseite gegenüber.

Das centrale Leitbündel ist von einer aus Endodermiszellen bestehenden *Leitbündelscheide*, deren Zellen 4 bis 7 μ grosse Stärkekörner enthalten, umgeben. Die Zahl der letzteren ist meist in den Zellen am grössten, die am Phloëm des Bündels liegen. Die Zellen der Leitbündelscheide sind dünnwandig und im Querschnitt fast isodiametrisch. Im Längsschnitt sind sie länger als breit (ungefähr drei mal so lang wie breit). Ihre Wände bestehen aus reiner Cellulose: sie werden mit Chlorzinkjod blau gefärbt und sind ganz löslich in concentrirter Schwefelsäure. Im Längsschnitt zeigen ihre Wände sich fein getüpfelt, mit runden, einfachen Tüpfeln versehen. Die *Tracheen* des grossen Leitbündels sind meistens Spiral- oder Ringgefässe. Die jüngeren Tracheen haben Hoftüpfel: diese zeigen auf der Flächenansicht einen länglich-ovalen Tüpfelhof und eine spaltenförmige Tüpfelöffnung. Zwischen den Tracheensträngen liegen einreihige Strahlen (markstrahlähnliche Strahlen) aus Parenchymzellen. Letztere sind von isodiametrischem oder länglichem Querschnitte und dabei langgestreckt: ihre Wände sind relativ dünn und bestehen aus Cellulose. Zwischen dem Phloëm und dem Xylem liegt ein meist zweireihiges Cambiumgewebe. Die markstrahlähnlichen Strahlen setzen sich auch durch das Phloëm bis zur Leitbündelscheide fort. Zwischen den Parenchymstrahlen liegen 7 bis 8 Gruppen Siebstränge. Im Querschnitt sind diese Stränge relativ klein. Die Siebröhren sind im Längsschnitte langgestreckt und mit einer einfachen Siebplatte versehen, die von zarten Perforationen durchsetzt ist. Das Phloëm ist frei von Bastfasern.

An der oberen Seite der Tracheen des grossen Centralleitbündels liegt eine Reihe collenchymatischer Zellen. Im Querschnitt sind sie fast isodiametrisch. Sie sind sehr langgestreckt und auf den Längswänden mit schwachen, spaltenförmigen, längsgerichteten, einfachen Tüpfeln ver-

sehen; Intercellularräume fehlen ihnen fast vollständig. Die zwei *kleineren Bündel* bestehen aus vier Tracheen, zwischen welchen nur eine einzige Reihe von markstrahlähnlichen Parenchymzellen liegt. Das Phloëm besteht aus 2 bis 4 Siebsträngen. Die Zellen dieser kleineren Bündel verhalten sich ähnlich wie die des grösseren Bündels. Zwischen der Leitbündelscheide und den chlorophyllhaltigen Zellen der unteren Fläche des Blattstiels liegt ein grosszelliges Parenchym. An der oberen Fläche liegt meist die Leitbündelscheide direct an dem Chlorophyllgewebe. Drüsen von Kalkoxalat (rosettenförmige Krystalle, im Durchmesser ungefähr 38 μ) liegen in dem Gewebe zwischen dem grösseren und den kleineren Leitbündeln. Etwas typischere, sonst den eben besprochenen Collenchymzellen durchaus ähnliche Collenchymzellen kommen auch dicht unterhalb der Epidermiszellen in den drei Kanten des Blattstieles vor. Zwischen den Collenchymzellen finden sich kleine Intercellularräume. Die Epidermiszellen des Blattstieles verhalten sich ähnlich wie die des Laubblattes und werden dort besprochen. An Querschnitten durch spatelförmige Laminae sieht man, wie in der Nähe der Vereinigungsstelle von Lamina und Blattstiel, die Eckfalten an der oberen Seite des Stiels sich allmählich mit der Lamina vereinigen. Das Gewebe dieser Vereinigungsstelle ist ebenso gebaut wie im Stiele.

3. Anatomie der Lamina. Das Leitbündel des Mittelnervs hat fast denselben anatomischen Bau wie das des Stieles; es ist jedoch viel kleiner und von einer mehr oder weniger cylindrischen Form. Die Zellen der Leitbündelscheide sind kleiner. Um die Leitbündelscheide liegen an der Unterseite zwei bis drei Reihen Mesophyllzellen; an der Oberseite kommen die Palissadenzellen in zwei Reihen vor, manchmal aber, wenn das Wachsthum des Blattes aufgehalten wird, hat man nur eine Reihe wie in den Nebenblättern. Die Mesophyllzellen sind mehr oder weniger runde, beinahe isodiametrische Zellen und enthalten grosse Chromatophoren. Zwischen den Mesophyllzellen liegen einzellige Krystalldrusen von Kalkoxalat, von derselben Grösse wie die früheren bei der Behandlung des Blattstiels besprochenen Krystalldrusen. Diese kommen entweder einzeln vor, oder, was das häufigere ist, in Gruppen von zweien oder dreien. Die beiden Reihen Palissadenzellen liegen meistens dicht beieinander, nur da, wo die Wasserspalten entstehen, liegen sie nicht so dicht. Die Epidermiszellen der Unterseite des Blattnerven sind im Querschnitt in der Richtung des Schnittradius verlängert, viel grösser als die Zellen des übrigen Blattes, langgestreckt und spitz endigend. Die Wände der Epidermiszellen besitzen runde Tüpfeln. Die Epidermiszellen der Oberseite gleichen denen, die man in anderen Theilen des Blattes findet.

In den Nervenzweigen erster Ordnung (Secundärnerven) ist das Gewebe ähnlich angeordne wie im Hauptnerven. In normalen Nervenzweigen zweiter Ordnung und diesen gleich starken Anastamosen fehlt das Collenchym der Leitbündel, und ihre Tracheenstränge bestehen meistens nur aus Spiralgefässen (an Zahl 7 bis 10). Die Zellen der Leitbündelscheide bestehen aus beinahe isodiametrischen, chlorophyllhaltigen, parenchymatischen Zellen von verschiedener Grösse. Die freien Nervenenden bestehen stets aus einer einzigen Trachee, welche von ziemlich langgestreckten, dünnwandigen, chlorophyllhaltigen Parenchymzellen eingeschlossen wird. Die Epidermis besteht aus Epidermiszellen, Stomata und Nebenzellen, zwischen denen einzellige Haare stehen. Die Stomata kommen am zahlreichsten auf der unteren Seite vor; es stehen dort ungefähr 36 auf einem Quadratmillimeter. In der Grösse zeigen die Stomata der Unterseite keinen grossen Unterschied von denen der Oberseite, wie die folgende Tabelle zeigt. Die Messungen sind in μ vorgenommen:

	Obere Fläche			Untere Fläche		
Längen-Durchmesser	30,	25,	35.	32,	38,	38.
Breiten-Durchmesser	23,	23,	24.	23,	25,	30.

Die Stomata sind umgeben von drei Nebenzellen, von welchen die beiden kleineren mehr als die Hälfte der Peripherie der Schliesszellen umschliessen, während die dritte sehr langgestreckt ist und manchmal eine sehr unregelmässige Gestalt besitzt.

Unter den übrigen Epidermiszellen kann man leicht zwei verschiedene Formen unterscheiden. solche, welche eine mehr oder weniger isodiametrische Form haben, und andere, welche sehr langgestreckt sind. Die ersteren (*e*, Fig. 9, Taf. II) besitzen meist stärker wellig gebogene Wände und schliessen gleichzeitig an 5 bis 7 Nachbarzellen an. Die letzteren Zellen (*s*) sind meist durch weniger wellig gebogene Wände ausgezeichnet, besonders aber dadurch, dass die unter ihnen liegenden, durch Theilung aus ihnen hervorgegangenen Zellen zu Schleimzellen geworden sind. Dadurch erwecken sie den Anschein, als läge in ihnen ein stark lichtbrechender Körper. Die Epidermiszellen (Fig. 20, Taf. III) der Blattunterseite besitzen stärker wellenförmig gebogene Seitenwände als die der Oberseite. Die Cuticula des Blattes ist durch feine Längsleistchen gezeichnet, so dass ihr Querschnitt gesägt erscheint. Sie überzieht auch die Innenseite der Spaltöffnungsschliesszellen und endet vor der Athemhöhle. Die einzelligen *Haare* sind zugespitzt, 160—325 μ lang und mit der Basis in die Epidermis eingesenkt. Ihre Wand besitzt die Dicke der Aussenwand der Epidermiszellen, und ihre Cuticula zeigt viele, dicht gestellte, zarte, aufwärts gerichtete Spitzchen. Als Inhalt scheinen die Haare Schleim zu führen, welcher in einer Vacuole zu liegen scheint. Die Haare der Blattunterseite sind kürzer als die der Oberseite.

4. Schleimzellen. Viele Epidermiszellen, die zwischen den Nebenzellen der Stomata liegen, erscheinen gleichsam durch eine Tangentialwand in zwei Zellen getheilt, von denen die obere Epidermiszelle geblieben, die untere zur Schleimzelle geworden ist. Diese farblosen. direct nicht auffallenden Schleimzellen treten sehr deutlich hervor, wenn das Material in 80- bis 95procentigem Alkohol aufbewahrt wird. In Schnitten von alkoholischem oder frischem Materiale zeigen sich die Schleimzellen auch sehr deutlich, wenn man die ganzen Blätter erst mit basischer Bleiacetat-Lösung oder alkoholischer Methylenblau-Lösung behandelt oder auch auf folgende Weise[1]). Man lässt sie in einer Lösung von Kupfersulfat (25 %) eine halbe Stunde liegen, wäscht sie dann schnell mit Wasser aus, um das überschüssige Kupfersulfat zu entfernen, und betupft sie hierauf mit einer 50procentigen Kalilauge, bis sich die Zellen blau färben. Die überschüssige Kalilauge entfernt man durch Alkohol. Die Zellen besitzen im Flächenschnitte dieselbe Gestalt wie die besprochenen Epidermiszellen; ihre Seitenwände zeigen einfache runde Tüpfel. Man untersucht den Inhalt dieser Zellen am besten von der Unterseite der Zelle. Untersucht man lebendes Material, so erkennt man, dass der Inhalt aus einem Protoplast besteht, welcher viele Chromatophoren, einen Zellkern und körnige Einschlüsse enthält. Die Chromatophoren und der Zellkern sind kleiner wie die der Epidermiszellen und liegen in einem Plasmabelag, welcher der Membran angrenzt. Wenn man frische, im Wasser liegende Schnitte mit einer verdünnten Glycerin-Lösung oder Kaliumnitrat-Lösung (5 %) behandelt, so sieht man einen grossen und viele kleine Tröpfchen einer stark lichtbrechenden Flüssigkeit entstehen. Diese Tropfen verschwinden später. und man sieht im Centrum der Zelle einen zusammenfliessenden etwas körnigen Inhalt.

Im *Querschnitt* findet man die Schleimzelle sehr leicht, besonders bei Material, das erst in Alkohol (80 bis 95 %) gehärtet wurde, oder besser erst in alkoholischer Methylenblau-Lösung oder in „*Arthur Meyer*'s Reagens“ von Kupfersulfat und Kalilauge (angewendet wie vorher besprochen) gefärbt wurde. Verwendet man alkoholische Methylenblaulösung für frische Blätter, so legt man die Blätter erst für einige Stunden in absoluten Alkohol. dann macht man Flächenschnitte und legt letztere auf den Objectträger in einige Tropfen alkoholischer Methylenblaulösung (25 ccm 95procentiger Alkohol und 0,1 g Methylenblau) und setzt dann einige Tropfen wasserfreies Glycerin, welches mit Methylenblau gefärbt ist (Methylenblau 0,2 g, Alkohol 10 ccm, Glycerin 40 ccm), hinzu. Die Schleimzellen treten dann in wenigen Minuten deutlich hervor, und man kann die Präparate monatelang aufheben. Die Form der Querschnitte der Schleimzellen ist sehr verschieden; man findet alle Formen von der isodiametrischen bis zur breit quergestreckten Form. Schnitte

1) Siehe *Arthur Meyer*, Ueber die Knollen der einheimischen Orchideen in Archiv der Pharm.. 1886.

von alkoholischem Materiale zeigen eine Zusammenziehung der Schleimzellen; der Inhalt erscheint dann als eine dichtkörnige Masse (Fig. 21. Taf. III). sodass man die Schleimzellen leicht von den Epidermiszellen unterscheidet. Flächenschnitte alkoholischen Materials, die erst mit starker absoluter alkoholischer Jodlösung behandelt worden sind, färben die Chromatophoren und Zellkerne gelb oder schwach braun. Nach Zusatz von etwas alkoholischer Schwefelsäure (zwei Volumentheile absolutem Alkohol und ein Volumentheil concentrirter Schwefelsäure) tritt sehr deutlich ein grosser, central liegender Zellkern hervor, welcher von etwas Cytoplasma umgeben ist, das wiederum durch Plasmastränge mit einem peripheren Plasmabelag verbunden wird. Man vergleiche die Fig. 22, in welcher der grosse Zellkern und die zahlreichen kleinen Chromatophoren gezeichnet sind. Die Substanz, welche zwischen den Plasmasträngen liegt, zeigt eine feine Streifung und ist stark lichtbrechend. Wenn man zu den in Alkohol liegenden Querschnitten Chlorzinkjod oder ein anderes Reagens hinzusetzt, das langsam auf den Zellinhalt einwirkt, z. B. Chloralhydrat-Lösung, so quellen die Schleimzellen allmählich auf, und wenn sie ungefähr die doppelte Grösse erreicht haben, zeigen sie sehr deutlich die Zwischenwand zwischen den Epidermis- und den Schleimzellen. Die weitere Einwirkung von Chlorzinkjod färbt die Zwischenwand blau. Die Schleimzellen quellen gegen die darüber liegenden Epidermiszellen auf und üben auf diese einen solchen Druck aus, dass die obere und untere Wand der Epidermiszellen sich fast berühren. Wenn man die Einwirkung des Reagens aufmerksam beobachtet, sieht man fast in allen Fällen einen kleinen Theil des Inhalts der Epidermiszellen — meistens auch den Zellkern — und die Zwischenwand sehr deutlich. Die Schleimzellen verhalten sich gegen andere Reagentien folgendermassen: Bei frischem Material färbt *Osmiumsäure* die Schleimzellen nicht, die Epidermiszellen aber schwach dunkel. Querschnitte von alkoholischem Materiale zeigen nach Zusatz von *Kupferoxydammoniak*, dass der Schleim aufquillt und sich blau färbt. Der Schleim scheint dann aus feinen Lamellen zu bestehen, und im Centrum liegt eine körnige und strangartige gelbliche Masse. Der Inhalt der Epidermiszellen wird durch Kupferoxydammoniak nicht verändert und bleibt farblos. *Chloralhydrat-Lösung* (5 und 2 Wasser) lässt den Schleim aufquellen; im allgemeinen geht das Aufquellen so langsam vor sich, dass man sehr deutlich die Wände zwischen der Epidermis- und der Schleimzelle und auch den Inhalt beider Zellen bemerkt. *Chlorzinkjod* färbt den Schleim nicht, den centralen körnigen Inhalt aber schwach gelb; der Schleim quillt langsam auf, und die Zwischenwand der Epidermis- und Schleimzelle wird blau gefärbt. *Wässerige Jodlösung* färbt den centralen körnigen Inhalt gelb; der Schleim quillt auf, bleibt aber ungefärbt. Der Zusatz von kleinen Mengen concentrirter Schwefelsäure zu den in Jodlösung liegenden Schnitten hat keine Wirkung auf den Schleim. Schnitte von Material, das erst mit alkoholischer *Methylenblaulösung* behandelt ist, zeigen nach Zusatz von Wasser ein Aufquellen des Schleimes; die blaue Farbe bleibt unverändert, wird aber mit der Zeit schwächer. Die Schleimzellen scheinen so charakteristisch für *vulgaris* und *arvensis*, dass es interessant erschien, nachzusehen, ob andere Viola-Arten dieselben Schleimzellen besitzen. Die folgenden Arten wurden mit positivem Erfolge untersucht: *V. odorata, V. collina, V. lactea, V. alpina, V. decumbens, V. cucullata, V. stagnina, V. palustris, V. pedata, V. silvestris, V. mirabilis, V. pinnata, V. elatior*. Man kann die Schleimzellen ebenso leicht in Herbarium-Exemplaren finden wie an frischen Pflanzen. Man legt zur *Nachweisung der Schleimzellen in Herbarium-Exemplaren* die Blätter erst in kaltes Wasser und wenn sie aufgeweicht sind, legt man sie in die alkoholische Methylenblaulösung und lässt sie einige Minuten bis Stunden darin liegen. Dann macht man Flächenschnitte und legt sie auf den Objectträger in wasserfreies, gefärbtes Glycerin. Die Schleimzellen wurden in Herbarium-Exemplaren so nachgewiesen bei folgenden Arten: *V. odorata, V. cucullata, V. stagnina, V. lactea, V. palustris, V. decumbens* und *V. tricolor* var. *arvensis* und *V. tricolor* var. *vulgaris*. Aus dem besprochenen Verhalten der Schleimzellen geht zuerst hervor, dass die Schleimzelle eine aus reiner Cellulose bestehende, ringsum mit einfachen Tüpfeln versehene Membran besitzt. Der Protoplast enthält einen Zellkern und zahlreiche relativ kleine, grünliche Chromatophoren. Das Cytoplasma bildet zuerst

einen dünnen peripheren Wandbelag, in dem der grösste Theil der Chromatophoren liegt. Von dem Wandbelag laufen netzig verbundene Plasmastränge nach dem Centrum der Zelle zu, wo sie mit einer centralen, den Zellkern enthaltenden Cytoplasmamasse in Verbindung treten. Der Raum zwischen dem Fadennetze ist mit Schleim gefüllt. Dieser Schleim von *arvensis* und *vulgaris* verhält sich also folgendermassen: Mit Chlorzinkjod, ebenso mit Jodjodkaliumlösung und concentrirter Schwefelsäure bleibt er farblos; mit Kupferoxydammoniak quillt er, wird aber nicht gelöst; mit basischer Bleiacetatlösung gibt er Fällung; Kupfersulfat und Kalilauge färbt ihn blau.

5. Drüsenzotten. Die Drüsenzotten sitzen an der Spitze der Lappen der Nebenblätter, der Zähne des Laubblattes und der Spitze eines jeden Kelchblattes. Sie sind früher von *Hanstein* (1868, S. 754) und *Reinke* (1874, S. 47) untersucht worden. Sie bestehen aus einem Drüsenkopf und einem kurzen oder längeren Stiele, welcher übrigens auch fehlen kann. Die Form des Kopfes ist mehr oder weniger rund oder elliptisch. Der Querschnitt durch die Mitte ist fast kreisförmig. Die Drüsenzotten bilden sich, sobald die Blattzähne sich entwickeln. Sie entstehen so früh, dass ihre Entwickelung nur schwierig verfolgt werden kann, und sie manchmal die Hauptmasse eines jungen Nebenblattlappens bilden. Die ganzen Zotten gehen anscheinend (s. auch *Hanstein*, 1868, S. 781) ursprünglich aus einer einzigen Epidermiszelle hervor, die sich anfangs so theilt, dass im Längsschnitt der Zotte nur zwei Zellreihen untereinander liegen. Meist erst später geben diese Zellen nach innen zu Theilproducte ab, sodass nun die centrale Zellmasse gebildet wird. Schliesslich bildet sich durch Theilung aller Zellen (auch der Epidermiszellen) an der Drüse der Stiel aus. Der Protoplast der noch nicht ganz ausgebildeten Drüsenzellen enthält ein wandständiges Cytoplasma, einen meist seitlich liegenden Zellkern und grössere Zellsaftvacuolen. Chromatophoren, die wohl nicht fehlen, habe ich nicht gesehen. Man kann dieses an frischem Material gut beobachten. Die fertigen Drüsenzotten sind im Querschnitt fast kreisförmig und bestehen aus einer grösseren Schicht von Drüsenzellen, welche einige fast isodiametrische Zellen umschliessen (Fig. 24, Taf. III). Die Stielzellen sind kleiner als die Centralzelle und im Ganzen der Epidermiszelle ähnlich. Die Drüsenzellen sind chlorophyllfrei, aber reich an Protoplasma. Sie zeigen einen dichten Protoplasten ohne Zellsaftvacuolen, enthalten aber dafür oft stark lichtbrechende Tröpfchen. Diese letzteren hat wahrscheinlich *Strasburger* (1887, S. 106) gezeichnet. Die Reactionen dieser Tröpfchen sind die folgenden: Sie lösen sich in Aetzkali (50procentige Lösung), Eisessig und in concentrirter Chloralhydratlösung. Sie sind unlöslich in Wasser oder in Alkohol (70 %), werden mit Eisenchlorid (Fe_2Cl_6) schwach dunkel und mit Osmiumsäure braun gefärbt. *Reinke* (1876, S. 169) gibt für *Viola silvestris* an, dass die Drüsenzellen Gummischleim enthalten, was wohl nicht richtig ist.

Die Membran der Drüsenzellen ist relativ dünn, an der Aussenseite der Zellen ist sie etwas stärker verdickt. Die Cuticula verhält sich gegen Reagentien ähnlich wie die Cuticula der Haare und Epidermiszellen. Sie ist also in Chromsäure und in concentrirter Schwefelsäure unlöslich und wird mit Chlorzinkjod oder Jod und concentrirter Schwefelsäure nur schwach gelb gefärbt. Die Celluloselamellen der Membran, welche unter der Cuticula liegen, verhalten sich gegen Reagentien folgendermassen: Sie werden mit Chlorzinkjod blau gefärbt; mit Jodjodkaliumlösung gelb gefärbt und mit Jodjodkaliumlösung und concentrirter Schwefelsäure blau gefärbt. Sie bleiben unverändert in Lösungen von Aetzkali (50procentige), Chloralhydrat oder Kupfersulfat. Sie lösen sich sowohl in Chromsäure als auch concentrirter Schwefelsäure. *Zwischen der Cellulosetamelle und der Cuticula entsteht später der Schleim*[1]; er tritt erst deutlich hervor, wenn die Drüsen fertig ausgebildet sind, dann verquillt er in Wasser und zeigt die Reactionen, die ich später angeben werde.

---

1) Herr Prof. *Meyer* hat aus den mit mir zusammen angestellten Beobachtungen die Meinung gewonnen, dass der Schleim im flüssigen Zustande durch die Zellwand hindurch secernirt wird, und hat die Absicht, diese Frage auch bei anderen Objecten prüfen zu lassen.

Wie schon *Hanstein* (1868, S. 752) bemerkt, bildet die Cuticula, indem sie die flachen Fugen zwischen den Drüsenzellen auf der Oberfläche der Drüse ausfüllt, auf ihrer Innenfläche meist ein deutliches Leistennetz aus, welches beim Abheben der Cuticula oft sichtbar wird. Die Cuticula verhält sich sonst genau (wie schon früher besprochen) wie die der ganzen übrigen Pflanze. Die scheinbar intakten, in der That aber schon im Schleimen begriffenen Drüsen zeigen, wenn man Alkoholmaterial verwendet, häufig einen Beleg von etwas Schleim, welcher mit *Schmutzpartikeln* bedeckt ist; es ist dies vielleicht das, was *Hanstein* als Harz bezeichnet hat (1868, S. 752). *Harz lässt sich niemals an intacten oder schleimenden Drüsen auffinden.* Ich mache hier auf die Bemerkung *De Bary*'s (1877, S. 99) aufmerksam. *De Bary* sagt: „*Hanstein*'s Angabe von dem direct zu sehenden Durchtritt vorgebildeter Harztropfen durch die Cellulosewand (z. B. bei *Viola*) scheint mir hiernach, insoweit sie für das noch nicht im Absterben begriffene Drüsenhaar gelten soll, noch sehr der Bestätigung zu bedürfen."

Beginnt die *Verschleimung*, so sieht man zwischen Cuticula und der unverändert bleibenden Cellulosemembran farblosen, homogenen Schleim auftreten. Mann kann ihn leicht aus der Cuticula austreten sehen, wenn man die im Beginn des Schleimens stehende Drüse in basischem Bleiacetat oder besser Picronigrosin zerdrückt (Fig. 25, Taf. III). Bald wird die Cuticula durch grosse Schleimmassen höher gehoben und zersprengt. Presst man den Schleim in folgende Reagentien hinein, so verhält er sich folgendermassen: Mit Chlorzinkjod bleibt er ungefärbt wie auch mit Jod und concentrirter Schwefelsäure; Picronigrosin färbt ihn blau; basisches Bleiacetat fällt den Schleim als einen körnigen, fast farblosen Niederschlag; mit Kupfersulfatlösung (25procentige) wird er schwach grün gefärbt (nach mehreren Wochen blau), welche Farbe auch nach Zusatz von Aetzkalilösung (50procentige) nicht intensiver wird (Unterschied von dem Schleim der Schleimzellen). Der Schleim nimmt verschiedene Anilinfarbstoffe auf; z. B. färbt ihn Methylenblau schwach blau; Säurefuchsin roth; *Hanstein*'s Anilintinctur (1868, 699) färbt ihn schwach roth oder schwach blau oder violett. Der *Austritt des Schleims* erfolgt, sobald die Drüsen fertig ausgebildet sind, was manchmal in sehr frühem Zustande des Nebenblattes eintritt. Vor dem Absterben legt sich der Drüsenkopf der Zotte häufig fest auf das Blatt auf. Das *Absterben* der Drüsenzotten erfolgt, wenn die Nebenblätter und Laubblätter fertig ausgewachsen sind, und die Drüsenzotten verschleimt sind. In diesem Stadium werden die Zellen des Drüsenstieles gelblich, und die Behandlung der Drüsen mit Chromsäure oder concentrirter Schwefelsäure zeigt dann, dass die Membran der Stielzellen verkorkt sind. Die Zellen des Drüsenkopfes werden runzlig, fallen zusammen und sterben ab. Schliesslich ist der Drüsenkopf vom Stiele verschwunden, und der Stiel allein übrig.

Die Ansicht von Hanstein (1868, S. 752), dass die Drüsenzotten von Viola mehrmals Cuticula erzeugen können, beruht auf Täuschung. Hanstein sagt: „Deutlicher, als in den früher beschriebenen Fällen zeigt sich hier die Wiederholung der Cuticula-Bildung durch wiederholte Collogen-Einlagerung in die Zellwand. Die erste Cuticula, die abgehoben wird, ist stets ringsum als einheitliche zusammenhängende Hülle gelöst, obgleich sie gewöhnlich auf ihrer inneren Fläche ein deutliches Netz von Leisten enthält, die den Fugen der Zelloberflächen, von denen sie sich getrennt hat, entsprechen, und auf dem Profilschnitt in Gestalt einspringender Ecken oder Dreiecke deutlich zu sehen sind. Seltener erscheinen statt ihrer zwischen der glatten Fläche der äusseren Cuticula und den Aussenwänden der Einzelzellen kleine, dem Anscheine nach nicht cuticularisirte Zwischenräume. Zuweilen aber folgt auf die erste Abhebung bald eine zweite, bei welcher die Cuticularstücke der Einzelzellen alle oder zum Theil gesondert bleiben und durch ausgereckte Strecken der Zellseitenwände den Zusammenhang mit diesen bewahren. Oder aber es tritt diese Erscheinung scheinbar sogleich ein, indem die äussere gemeinschaftliche Cuticula dicht auf dieser zweiten gegliederten Haut haften bleibt, und *mit* nicht *vor* ihr gehoben ist." Es ist niemals eine Neubildung der Cuticula zu beobachten. Was *Hanstein* gesehen hat, ist nicht immer zu sagen, doch scheint es

mir, dass die Bilder alle nach zerquetschten ganzen Drüsen nicht nach Schnitten gemacht sind, was leicht Täuschung verursacht (vergl. auch *De Bary*, S. 104).

Ferner meint *Hanstein*, dass zwischen Cuticula und Membran öfter neue, später verschleimende Lamellen gebildet würden. Er sagt (1868, S. 754): „Aus allen diesen Fällen folgt, dass auf den Absonderungszellen in diesem Falle wiederholte Celluloseschichten unter der zuerst differenzirten Cuticula erzeugt werden, dass theils zwischen sie ein bald aufquellendes Collogen eingelagert wird, theils auch die aus Cellulose gebildeten Membranlagen von der Gummosis zuletzt ergriffen werden, und dass mithin eine langdauernde Schleimbildung durch immer neue aus dem Protoplasma ausgeschiedene derartige Schichten statthaben kann." *Auch diese Beobachtung Hanstein's ist sicher unrichtig. Es kann niemals die Neubildung von Membranlamellen beobachtet werden, und es scheint, als stürben alle Drüsen nach dem ersten Schleimergusse ab.* Uebrigens hat *J. Reinke* (1874, S. 47, 59) ähnliche Drüsenzotten bei *Prunus avium*, *Viola* und anderen Pflanzen untersucht und sagt dort und auch später (1876, S. 169) nichts von einer Neubildung, widerspricht allerdings auch *Hanstein* nicht. Auch *Adolf Meyer* (1882, S. 26), welcher die Blätter von *Viola altaica, V. tricolor* untersuchte, erwähnt die Zotten nur, hat sie aber nicht untersucht.

6. Die Wasserspalten. Die Wasserspalten entstehen, wie gesagt, auf der oberen Fläche des Blattes und zwar sowohl an der Spitze der Lamina und deren Zähnen, als auch an der Spitze jedes Lappens der Nebenblätter. Einzelne finden sich auch am Rande des Blattes, da wo die Vereinigung der Nerven erster und zweiter Ordnung stattfindet. Die Wasserspalten liegen ungefähr 0,025 mm von dem Rande des Blattes entfernt. An der Spitze der Lamina und ihrer Zähne wie auch an grösseren Lappen der Stipulae finden sich Gruppen von drei Wasserspalten; an den anderen Lappen kommen sie einzeln oder manchmal auch zu zweien vor. Sie unterscheiden sich von den Stomata durch ihre Grösse, ihre sehr grossen offenen Centralöffnungen und auch durch ihre kreisförmige Gestalt. Die Wasserspalten *entstehen* ungefähr um dieselbe Zeit wie die ersten Tracheen des darunter liegenden Leitbündels. Wenn die Nerven erster Ordnung im Blatte sich bilden, sind die Wasserspalten und die Stomata, von welchen man sie kaum unterscheiden kann, ungefähr 18,9 μ lang und 12,6 μ breit. Die Wasserspalten sind an allen Stellen der Pflanzen, wo sie vorkommen, ungefähr gleich gross. Folgende Messungen geben ein Beispiel für die vorkommenden Unterschiede. Die Wasserspalten in der Lamina hatten in drei Fällen einen Längendurchmesser von 34, 36, 38 μ und einen Breitendurchmesser von 28, 44, 38 μ. In den Stipeln waren in drei Fällen die Längendurchmesser 38, 38, 37 μ, die Breitendurchmesser 34, 34, 34 μ.

Die Wasserspalten (Fig. 27, Taf. III) sind von 6 bis 8 benachbarten Epidermiszellen umgeben, und unterscheiden sich auch hierin von den Stomata, welche nur von drei Zellen umgeben sind. Jede Schliesszelle der Wasserspalten ist von oben gesehen fast halbkreisförmig, und die Messungen beider zeigen manchmal, dass sie eine grössere Breite als Länge haben (35 μ lang und 44 μ breit). Die Centralöffnungen der Wasserspalten sind, wie gesagt, grösser als diejenigen der Stomata. Die Wasserspalten zeigen sich sehr deutlich in alkoholischem Materiale, welches erst in Salzsäure, dann in Salzsäure und Glycerin, und zuletzt in wasserfreiem Glycerin gekocht wurde. Ein Laubblatt von *vulgaris* oder *arvensis* so präparirt, von der oberen Fläche gesehen, zeigt in der Nähe der Spitze (ungefähr 0,082 mm davon) eine freie Spitze des Mittelnerven (Fig. 26, Taf. III). Die Basis der freien Spitze ist auch die Vereinigungsstelle für die Nervenzweige erster Ordnung, welche bogenförmig an jeder Seite der Spitze des Blattes verlaufen (*a* und *b*). Von dieser Vereinigungsstelle und auch von den Nervenzweigen erster Ordnung (*a*) sehen wir freiendigende Tracheen sich ausbreiten. Letztere laufen ungefähr 0,020 bis 0,060 mm weit und enden gerade unter den darüberliegenden Wasserspalten. Eine ähnliche Erscheinung beobachteten wir auch unter den Wasserspalten des Randes. Zur Untersuchung des Gewebes dieser Wasserspalten macht man am besten Serien von Mikrotomschnitten von alkoholischem Materiale, welches erst in Safranin gefärbt ist und zwischen Hollundermark gelegt wird. Im Querschnitte findet man da, wo die Stränge der

oben freiendigenden Tracheen von den Nervenbogen entspringen (bei *e*), dass die Siebstränge fehlen, und dass fast jede Trachee mit einer Scheide von Zellen umgeben ist, und nur einzelne sich noch direct berühren. Die Scheidenzellen haben eine unregelmässige Gestalt, und zwischen ihnen und den an sie grenzenden Parenchymzellen finden sich kleine Intercellularräume. Im Längsschnitt sind die Zellen etwas langgestreckt und besitzen genau horizontale Querwände. An der oberen Seite des Blattes liegen in der Nähe der Ausbreitungsstelle die Scheidenzellen direct an den Palissadenzellen; an der unteren Seite sind die Scheidenzellen mit fast isodiametrischen, nur etwas langgestreckten Zellen verbunden. Ungefähr in der Hälfte (0,010 bis 0,035 mm) des Verlaufs des sich ausbreitenden Tracheenstranges hören die typischen Palissadenzellen auf und werden nach der Spitze des Stranges zu (in 5 bis 6 Zellen) fast isodiametrisch. An der Stelle, wo die Palissadenzellen anfangen isodiametrisch zu werden, endigen auch die oben liegenden Tracheen, und die 1 bis 3 übrig bleibenden biegen sich dann gegen die Unterseite des Blattes. Gerade unter den Wasserspalten kommt meistens nur eine freiendigende Trachee vor. Zwischen letzterer und den Wasserspalten liegen 3 bis 4 dünnwandige, beinahe isodiametrische oder auch langgestreckte Zellen, zwischen denen man kleinere Intercellularräume sieht, und darauf folgen 4 bis 5 Reihen grösserer fast isodiametrischer Zellen. Zwischen den freiendigenden Tracheen und der Unterseite des Blattes liegen nur eine Reihe Scheidenzellen und zwei Reihen fast isodiametrischer Zellen. Die isodiametrischen Zellen enthalten grosse Chromatophoren, wie die Mesophyllzellen des Blattes. Zwischen den Wasserspalten an der Spitze des Blattes und den Zähnen, wie auch an grösseren Lappen der Stipulae, liegt, ungefähr 0,025 mm lang, eine Reihe von unregelmässigen, etwas langgestreckten Zellen, welche keinen Inhalt haben, deren Wände aber meistens etwas schwach verkorkt sind; es sind dieses die zum Theil abgestorbenen Stielzellen der Drüsenzotten. Das bei Ueberdruck aus den Tracheen ausgepresste Wasser geht also durch die Scheidenzellen direct nach den Intercellularräume der isodiametrischen Zellen und wird von diesen auch nach den Wasserspalten geführt.

7. Die Stipulae. Die Stipulae gleichen in ihrer Anatomie der Lamina sehr. Die Zipfel der Stipulae sind, wie schon früher bei *J. Reinke* (1876, S. 170) angegeben, zu sehr schönen Colleteren ausgebildet. Die Krystalldrusen befinden sich fast alle in dem grössten und mittleren Lappen der Stipulae. Die Krystalle sind nur halb so gross wie die schon früher besprochenen der Lamina, aber ihre Anordnung in dem Mesophyllgewebe ist ungefähr dieselbe. Die einzelligen Haare kommen häufig am Rande der kleinen Lappen vor; an den grösseren Lappen finden sie sich nur in der unteren Hälfte. An Grösse variiren sie zwischen 85 und 154 μ. Die Palissadenzellen sind nur einreihig, und während sie in manchen Fällen nicht so deutlich langgestreckt sind, wie diejenigen der Lamina, sind sie doch in fast allen Fällen deutlich ausgebildet. Ein längeres Studium der Anatomie der Nebenblätter sowohl von *arvensis* als auch *vulgaris* beweist unbedingt, dass Palissadenzellen sich nicht nur in den grösseren Lappen, sondern überhaupt in allen Lappen der Nebenblätter finden, im Gegensatz zu den Beobachtungen von *Oskar Schultz* (1888, S. 106), welcher behauptet, dass dort die Palissaden bei *Viola* fehlen.

8. Allgemeine Bemerkungen über Schleimzellen, Drüsenzotten und Nebenblätter. Die interessanten subepidermalen Schleimzellen, welche wir kennen gelernt haben, scheinen bei allen Viola-Arten vorzukommen, und wie wir sehen werden, sind sie auf allen Blattorganen (mit Ausnahme der Staubblätter) unter der Epidermis zu finden. Es ist merkwürdig, dass dieselben bisher bei *arvensis* und *vulgaris* nicht gefunden wurden und auch bei anderen Viola-Arten nicht klar erkannt worden sind. *Reiche* (1893, S. 410) gibt an, dass bei einigen *Rosulatae* bräunlich strichförmige Drüsen in grosser Anzahl vorkommen, sodass, wie bei *V. vulcanica* Gill. und *V. rosulata* Pöpp. et Endl., die ganze Unterseite braun aussieht, dass sie gelegentlich aber auch so helle Farbung besitzen, dass man sie mit blossem Auge leicht übersehen kann. Er sagt von diesen „Drüsen“ ferner: „Die Drüsen von *V. rosulata* sind langgestreckte Epidermiszellen, welche etwas über das

Niveau der Umgebung hervorragen, mit einem braunen Secret gefüllt und durch den Besitz eines grossen Kernes ausgezeichnet sind; einen Ausführungsgang vermochte ich nicht zu finden, auch kann ich über die ev. physiologische Bedeutung derselben keine Angabe machen, da ich keine der betreffenden Arten frisch zu untersuchen in der Lage war. Das Secret ist nicht flüchtig-aromatischer Natur (Taf. VI, Fig. 1). Auf der Oberseite des Blattes finden sich Drüsen nicht häufig, bei *V. rosulata* z. B. am Grunde der Zähne des Randes. Nach *Gay* (Historia de Chile, Botanica I. p. 223) fallen sie mit der Zeit aus und lassen dabei den Zahn tiefer in die Blattfläche eingreifen." Es geht aus diesen Angaben hervor, dass *Reiche* sicher die Schleimzellen gesehen hat, jedoch weder deren Bau, noch deren Natur erkannt hat und sie mit den Drüsenzotten zusammenwirft. *Reiche* macht auch (II. 1895, S. 324) die Angabe, dass bei *Viola pedata* durchscheinend punktirte Blätter vorkommen. Diese durchscheinenden Punkte erwiesen sich bei der Untersuchung ebenfalls als vorzüglich schöne und grosse Schleimzellen. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die von *Blenk* (1844, S. 106) für *Leonia* und *Rinorea* angegebenen durchsichtigen Punkte Schleimzellen sind, was sehr interessant wäre, da dann so ein neuer Beweis für die nahe Verwandtschaft der Rinoreen und Violeen erbracht würde. Es würde überhaupt sehr interessant sein zu sehen, wie weit bei den anderen Gattungen der Familie der Violaceen die Schleimzellen vorhanden sind. Ich konnte für diesen Zweck nur trockenes Material anwenden, welches theils dem Marburger, theils dem Giessener Herbar entnommen wurde[1]). Ich stelle in folgender Tabelle alle die früher noch nicht erwähnten, an trockenem Materiale untersuchten Formen zusammen und gebe dahinter das Resultat der Untersuchung an.

Violaceen.

Paypayroleen.

Keine Species untersucht.

Rinoreen.

Rinorea (als *Conohoria*) *flavescens* Aubl. (*G*).	Schleimgehalt fraglich.
„ (als *Conohoria*) *pubiflora* Benth. (*G*).	Keinen Schleim.
„ (als *Alsodeia*) *ulmifolia* (*G*).	Schleimgehalt fraglich.
„ (als *Alsodeia*) *flavescens* Spreng. (*G*).	„ „
„ (als *Alsodeia*) *imbiflora* Benth. (*G*).	„ „
„ (als *Alsodeia*) *racemosa* Mart. et Zucc. (*G*).	Keinen Schleim.
„ *guianensis* Aubl. (*G*).	„ „

Violeen.

Anchietea salutaris (als *Noisettia pyrifolia* (*G*) Mart.).	Sicher Schleim.
Schweiggeria fruticosa Lindl. (als *Glossarrhen pauciflorus* Mart.).	„ „
Hybanthus (als *Calyptrion*) *Aubletii* Ging. (*G*).	Schleimgehalt fraglich.
„ (als *Jonidium*) *caffrus* Sond. (*G*).	Sicher Schleim.
„ (als *Jonidium*) *viscidulus* H. B. & K. (*G*).	Keinen Schleimgehalt.
„ (als *Jonidium enneaspermum* Vent.) *heterophyllus* (*G*).	Sicher Schleim.
„ (als *Jonidium*) *rhabdospermus* Hochst. (*G*).	Keinen Schleim.
„ (als *Jonidium*) *pecuinanha* Vent. (*G*).	„ „
„ (als *Jonidium*) *parviflorus* Vent. (*G*).	„ „
„ *surinamensis* Miq. (*G*).	„ „

1) Das Giessener Material, welches nur aus einzelnen Blättchen bestand, verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Professor *Hansen* in Giessen. Ich habe die Pflanzen, welche von Giessen stammen, mit einem *G* versehen und zugleich angeführt, unter welchem Namen sie mir von dort zugingen.

Hybanthus (als *Pigea*) *glaucus* Endl. (*G*).	Keinen Schleim.
„ (als *Solea*) *concolor* Ging. (*G*).	„ „
Noisettia longiflora Mart. (*G*).	„ „
Viola (als *Erpetion reniformis*) *hederacea* G. Don. (*G*).	Sicher Schleim.
„ (als *Mnemion palmense* Webb. und Benth.) *palmensis* (*G*).	„ „
„ *betonicifolia* Sm. (*G*).	„ „
„ *sciaphila* Koch. (*G*).	„ „
„ *palmata* Linn. (*G*).	„ „
„ (als *V. Riviniana* Reichb.) *sylvestris*.	„ „

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Schleimzellen ein wichtiges systematisches Merkmal für die Gattungen der Violaceen abgeben könnten, doch ist darüber nur nach dem Studium von frischem Materiale und nach einer besseren systematischen Durcharbeitung dieser Pflanzengruppe ein Urtheil zu fällen.

Welche die wichtigsten Leistungen der Schleimzellen für die Pflanze sind, ist nicht mit Sicherheit zu sagen. Vielleicht sind sie Schutzmittel im Sinne *Stahl*'s (1888, S. 77), vielleicht stellen sie aber in ihrer Gesammtheit ein unterbrochenes Wassergewebe dar. *Haberlandt* ist, wie manche andere Autoren, auch geneigt, manche Schleimzellen als Wasserbehälter zu betrachten (1884, S. 335). *Stahl* (1888, S. 79) weist eine derartige Annahme im Allgemeinen zurück.

Ueber die Function der Drüsenzotten hat nur *Reinke* (1874, S. 47) eine Ansicht ausgesprochen. Er schreibt: „Zunächst mag als allgemeine Regel hervorgehoben werden, dass die functionelle Thätigkeit der Blattzähne (dieses sind in der That die Drüsenzotten) [1]) in die embryonale und Jugendperiode des Blattes, fällt mit einem Worte in die Knospe. Es eilen hier die Zähne im Allgemeinen dem Hapttheil der Spreite in ihrer Entwickelung voraus; dabei liegen sie nicht in einer Ebene mit dem Theil der Spreite, welchem sie aufsitzen, sondern krümmen sich krallenartig nach einwärts, legen sich auf die spätere Blattoberseite und verhindern dadurch ein hermetisches Aneinanderschliessen der zusammengefalteten Blatthälften. Vielleicht ist dies wichtig, um den nothwendigen Gas-Austausch in der sich entwickelnden Knospe nicht ins Stocken gerathen zu lassen.“ Später schreibt *Reinke* (1876, S. 170), dass die Stipularzähne geeignet seien, die Blattunterseite in der Knospenlage zu benetzen. Er sagt: „Weil im Knospenzustande sich beide Blatthälften dem Mittelnerv zu derart einrollen, dass die Oberseite sich nach Innen kehrt, so wird diese ausschliesslich durch das Schleimsecret benetzt. Auch die zipfelförmigen Zähne der Stipulae besitzen eine derartige hyaline Spitze, welche aus keilförmigen erweiterten Epidermiszellen und den darunter gelegenen Parenchymzellen besteht und eine schleimabsondernde Zotte darstellt; die Stipularzähne sind geeignet, die Blattunterseite in der Knospenlage zu benetzen.“ Aus meinen Untersuchungen geht hervor, dass die Zotten der Stipulae schon verschleimen, wenn die Lamina noch in Entwickelung begriffen ist, und dadurch das in Entwickelung begriffene Laubblatt mit Schleim überziehen; die Drüsenzotten des Laubblattes dagegen verschleimen erst nach vollständiger Ausbildung desselben. Nach dieser Zeit verkorken dann die Stielzellen der Drüsenzotten, und die Drüsenzottenköpfe sterben ab. Es sind also sicher die Drüsenzotten Apparate, welche nur dem *wachsenden* Blatte nützen können. Wahrscheinlich ist der Schleim ein Schutzmittel. Welche Bedeutung der Schleim des Näheren besitzt ist nicht ohne Weiteres zu sagen. Alle Hypothesen, die man bisher über die Function derartiger Schleimergüsse gemacht hat, sind wenig begründet.

Ueber die *Function der Nebenblätter* von *Viola* sind verschiedene Ansichten ausgesprochen. *Hillburg* (1878, S. 164) nimmt an, dass bei der Gattung *Viola* die Ernährungsfunction der Nebenblätter derjenigen der Blattspreite ganz gleich an Werth für die Pflanzen sei. Er sagt: „Es findet

1) Die Klammer ist ein Zusatz von mir.

sich nämlich eine ganze Uebergangsreihe von Nebenblättern, von denen die nur Schutzfunction zu haben scheinen, durch solche, bei denen auch Ernährungsfunction statt hat." „Die Ernährungsfunction der Nebenblätter (*Viola*) ist derjenigen der Blattspreite ganz gleich an Werth für die Pflanze." *O. Schultz* dagegen kommt in seiner Arbeit über „Vergleichende physiologische Anatomie der Nebenblattgebilde" (1888, S. 97) zu einem anderen Schluss. Er theilt die Nebenblätter in „A. Nebenblätter der Ernährung oder der Assimilation dienend", diese gleichen den Laubblättern im anatomischen Bau; „B. Nebenblätter als Schutzorgane fungirend". Bei diesen ist die ernährungsphysiologische oder Assimilations-Thätigkeit entweder ganz verschwunden, oder, was seltener ist, auf ein Minimum reducirt. Die Hauptfunction ist hier vielmehr die eines Schutzorganes. Zu letzteren rechnet *Schultz Viola tricolor* u. A. Der Schutz, welchen hier die Nebenblätter gewähren, beschränkt sich darauf, „dass das Protoplasma der Parenchymzellen zu schneller Einwirkung von Kälte und Wärme auf die wachsende Knospe hinderlich entgegentritt." *Schultz* hat, wie ich schon früher gezeigt habe, die Anatomie der Blätter von *Viola tricolor* nicht genau untersucht; sein Schluss ist unrichtig. Die Nebenblätter sind anfangs Schutzorgane für die jungen Blattanlagen, welche sie umhüllen, werden dann aber später zu Assimilationsorganen. Bei oberen Laubblättern sind die Nebenblätter oft sehr gross, sodass ihre Fläche bezüglich der Assimilation oft dasselbe leisten kann, wie die Lamina. Die Stipulae sind auch unten, wie wir sahen, direct mit dem Leitbündelsystem des Sprosses verbunden, sodass sie bezüglich der Zuleitung und Ableitung von Nährstoffen unabhängig von der Lamina sind.

VI. Morphologie und Anatomie des Sprosses.

Die krautigen Achsen des Sprosssystems sind behaart, und im Maximum bis 4 mm dick. Der absolute Hauptspross ist ungefähr 50 bis 500 mm lang; die Zweige desselben sind in der Regel länger als der Hauptspross, seltener etwas kürzer. Die 7 bis 11 Knoten der Sprossachsen sind wenig verdickt. Die Blattstellung ist verschieden (wie schon besprochen) je nach der Insertion der Blätter an den verschiedenen Theilen des Sprosses. In dem unteren Theile der Hauptachse ist z. B. meist die Blattstellung $^1/_2$, in der Mitte $^1/_3$ und in dem oberen Theile kommt die $^2/_5$-Stellung vor. Von jeder Insertionsstelle des Blattes laufen zwei mehr oder weniger deutliche leistenartige Vorsprünge die Achse hinab und enden, wie wir später sehen werden, in verschiedener Weise neben der Achsel weiter unten inserirter Blätter. Daher rührt es, dass die Querschnitte an verschiedenen Stellen der Achse eine verschiedene Gestalt besitzen, und zwar sind die Schnitte des unteren Theiles des Sprosses fast kreisrund mit unregelmässigen, kaum sichtbaren Vorsprüngen. Die Schnitte aus der Mitte des Sprosses haben zwei Vorsprünge und besitzen die Gestalt eines sphärischen Dreiecks. Die oberen Schnitte sind kreisrund und zeigen drei Vorsprünge, sodass der Rand mit drei tiefen Lappen versehen ist.

1. Die Epidermiszellen. Die Epidermiszellen des Sprosses sind denen des Blattstieles sehr ähnlich. Die Cuticula ist ziemlich dick und zeigt kleine Leisten, sodass sie im Querschnitte sägezähnig erscheint. Die Zellen sind längsgestreckt, mit schrägstehenden Querwänden versehen. Die *Schleimzellen*, die überall in der Pflanze die gleiche Lage haben und die gleichen Eigenschaften zeigen, sind hier langgestreckt in der Richtung der Längsachse und liegen rechts und links von den Spaltöffnungen, oft den Nebenzellen angrenzend oder etwas davon entfernt. Die *Haare* am Spross sind einzellig und bilden sich in gleicher Weise aus den Epidermiszellen wie die des Blattes. Sie haben die Form einer Speerspitze, und ihre Länge schwankt zwischen 145 bis 171 μ. Sie kommen am häufigsten in den oberen Theilen des Sprosses vor, und ein gewöhnlicher dünner Querschnitt zeigt ungefähr 75 solcher Haare. Querschnitte von dem mittleren und dem unteren Theile des Sprosses zeigen 2 bis 17 Haare; in dem Theile der Achse, welcher secundäres Wachs-

thum aufweist, sind die Haare mit der Epidermis abgestossen. Die dünne Cuticula der Haare ist gebaut wie die des besprochenen Blattes. Die *Stomata* haben eine Länge von 145 bis 180 μ, einen Durchmesser von 73 bis 66 μ, und kommen ungefähr 10 davon auf einen Quadratmillimeter: sie scheinen fast in einer Spiralform angeordnet zu sein. Die Schliesszellen sind manchmal deutlich über die Epidermiszellen emporgehoben, zum Unterschied von denen des Blattes, bei welchem sie meistens in derselben Ebene mit den Epidermiszellen, oder sogar etwas eingesenkt liegen. Die Nebenzellen kommen, wie im Blatte, immer zu dreien vor, sie sind meistens kleiner und kürzer, als die anderen Epidermiszellen.

2. Das Chlorophyllparenchym. Unter der Epidermis liegen zwei Reihen dünnwandiger Chlorophyllparenchymzellen, welche zwischen sich grosse Intercellularräume lassen. In Tangentialschnitten zeigen sich die Intercellularräume am grössten in den Zellen, die unter den Stomata liegen. In den Leisten findet sich eine Schicht von relativ dickwandigen Collenchymzellen unter der Epidermis.

3. Die Collenchymzellen. Die Zellen sind im Querschnitte 5- bis 6-seitig und in den Kanten stark verdickt; im Längsschnitt erscheinen sie sehr langgestreckt mit nicht sehr zahlreichen spaltenförmigen Tüpfeln versehen. Zwischen den oben besprochenen chlorophyllhaltigen Zellen und der Leitbündelscheidezellen liegen zwei Reihen grosser, im Querschnitt beinahe isodiametrischer, zum Theil collenchymatisch verdickter Zellen. Sie sind im Querschnitte 7- bis 8-seitig und lassen ziemlich grosse Intercellularräume zwischen sich, sind etwa siebenmal so lang als breit und mit horizontalstehenden Querwänden versehen.

4. Die Leitbündelcylinderscheide. An die besprochenen Zelllagen schliesst sich die einschichtige, geschlossene Leitbündelcylinderscheide an. In dem oberen Theile des Sprosses (über dem zweiten und dritten Internodium) zeigen die Cylinderscheidezellen einen sehr verschiedenen Bau, wie wir gleich sehen werden. In den zwei untersten Internodien dagegen sind die Zellen der Leitbündelcylinderscheide ebenso gebaut wie die voll entwickelten Zellen der Endodermis der Wurzel. Im Längschnitt sind sie mehr oder weniger langgestreckt; im Querschnitt quergestreckt, d. h. ihre Tangentialwände sind 2- bis 3-mal so lang als die Radialwände. Die Längswände sind mit schwachen, einfachen, runden oder auch spaltförmigen Tüpfeln versehen. Mit Chlorzinkjod wird die Mittellamelle blau, die nächstliegende dicke Lamelle gelblich und die etwas dünnere innerste Lamelle blau gefärbt. In concentrirter Schwefelsäure, Chromsäure oder *Schulze's* Lösung sind die Mittellamelle und die innerste Lamelle ganz löslich, nur die verkorkte Lamelle bleibt unverändert. Die Verkorkung aller Wände ist gleichmässig. In Längsschnitten der Zellen tritt die wellenförmige Biegung der Längswände deutlich hervor. Nehmen wir nun einen typischen ausgewachsenen Spross von *arvensis*, welcher aus 8 bis 11 Knoten besteht, und auch secundäres Wachsthum zeigt, so finden wir, dass die Leitbündelcylinderscheidezellen in fast allen Internodien sehr verschieden in ihrem Bau sind. In dem dritten Internodium (zwischen den zweiten und dritten Knoten) sind die Wände der Cylinderscheidezellen, wie wir sahen, überall gleichmässig verkorkt. Nur in der Nähe des zweiten Knotens zeigen sie bei manchen Zellen schon Theilungen durch Cellulosewände. In dem vierten Internodium sind nur die Radialwände der Cylinderscheidezellen noch so stark verkorkt, wie die im dritten Internodium; ihre Tangentialwände aber sind etwas weniger verkorkt. Die Cylinderscheidezellen an der Peripherie des Siebtheiles der Leitbündel im fünften Internodium zeigen noch dieselben Erscheinungen wie die in dem dritten Internodium, aber in den Zellen, welche den grossen primären Hauptmarkstrahlen angrenzen, sind die Tangentialwände etwas schwächer verkorkt. Im sechsten Internodium sind die Radialwände der Leitbündelcylinderscheidezellen deutlich verkorkt, aber ihre Tangentialwände sind beinahe ganz löslich in concentrirter Schwefelsäure. In den Cylinderscheidezellen an der Peripherie des Siebtheiles der Leitbündel sind im siebenten Internodium nur die Radialwände noch schwach verkorkt, d. h. es findet sich in ihnen nur noch ein schmales verkorktes Band, welches alle Radialwände durchzieht. Die Wände der Scheidenzellen,

welche an die primären Hauptmarkstrahlen angrenzen, sind jetzt völlig unverkorkt. In dem achten Internodium, welches vielleicht halb ausgewachsen ist, bestehen schon alle Wände der Cylinderscheidezellen aus reiner Cellulose. In den übrigen Internodien sind die Scheidenzellen noch nicht vollkommen ausgewachsen. Mit Ausnahme des zweituntersten Internodiums finden wir, dass die Scheidezellen in jeder Höhenregion des Internodiums gleich gebaut sind. Ferner zeigt es sich, dass im siebenten Internodium und in den überliegenden Internodien unter allen Umständen, ob die Internodien ausgewachsen sind oder nicht, die Zellwände der Scheidenzellen unverkorkt bleiben. Wie wir sahen, sind die Leitbündelscheidezellen der Blätter, die durch den Stiel an die Leitbündelcylinderscheidezellen der Hauptachse anschliessen, genau wie die in diesem achten Internodium gebaut. Im Blüthenstiel verhalten sich die Scheidenzellen ähnlich wie die Leitbündelcylinderscheidezellen im siebenten Internodium des Sprosses. Im Querschnitt sind die Zellen fast isodiametrisch oder etwas tafelförmig, und im Längsschnitt sind sie 2- bis 3-mal so lang, wie breit. Nach Behandlung der Längsschnitte mit concentrirter Schwefelsäure bleiben nur die radialen Wände übrig.

In Pflanzen, die secundäres Wachsthum zeigen, und deren Sprosse einen relativ grossen Radialdurchmesser haben (wie bei unserem Exemplare), zeigen die Leitbündelscheidezellen im untersten und nächsten Internodium eine lebhafte Theilung durch die Entwickelung von drei neuen Radialwänden in jeder Scheidenzelle. Jede neue Zwischenwand besteht nur aus Cellulose. In den jüngeren Theilen des Sprosses enthalten die Leitbündelcylinderscheidezellen einen Protoplast mit vielen Stärkekörnern. Der Protoplast wird durch Jod oder Salpetersäure braun gefärbt. In Schnitten von alkoholischem Materiale löst sich der Protoplast von den Tangentialwänden ab; er liegt dann oft in der Mitte der Zelle und hängt an den Radialwänden. Diese Erscheinung zeigt sich manchmal in allen Leitbündelcylinderscheidezellen einer Pflanze, sodass es bei der ersten Untersuchung alkoholischen Materials scheinen könnte, als ob das Protoplasma der einen Zelle mit dem der benachbarten Zellen gerade durch die Seitenwände hindurch in Verbindung stände. Schnitte von dem unteren oder mittleren Theil des Sprosses enthalten meistens Stärkekörner. Die Stärkekörner sind entweder beinahe kugelförmig oder ellipsoidisch, und die Grösse ihrer Durchmesser schwankt zwischen 5 : 5 μ und 5 : 7,56 μ. Im Spätherbst kommt es in älteren Theilen der Pflanzen wohl manchmal vor, dass die Stärkekörner fehlen, aber in den jüngsten Theilen dieser Pflanzen fehlen die Stärkekörner in den Leitbündelcylinderscheidezellen nie. *H. Fortuné* (1887, S. 39) sagt in seiner Arbeit über *Viola tricolor* L., dass mittelst Jod die Anwesenheit von Stärkekörnern nicht in der Cylinderscheide nachzuweisen sei. Das ist unrichtig.

5. Die Leitbündel. Die Zahl und Stellung der nun folgenden collateralen Leitbündel verändert sich je nach der Blattstellung, die an den betreffenden Sprossregionen herrscht. Querschnitte vom oberen Theile zeigen deshalb meist 12 bis 14 Bündel (bei $^2/_5$-Divergenz der Blätter). Die Schnitte von der Mitte (bei $^1/_3$-Divergenz) zeigen 9 oder 12 und die von dem unteren Theile (bei Divergenz $^1/_2$) 6 bis 9 oder weniger, und wo secundäres Wachsthum eintritt, vereinigen sich die Leitbündel zu einem fast geschlossenen Ringe. Die Form des Bündelquerschnittes wechselt von elliptisch oder breit-eiförmig (mit dem breitesten Theil an der Peripherie) bis kreisrund oder breit-elliptisch (der längste Durchmesser der Ellipse ist tangential gestellt). Der Holztheil des Bündels besteht aus Gefässen, Fasertracheiden, Collenchym und zwei verschiedenen Arten von Markstrahlzellen, nämlich parenchymatischen und sklerenchymatischen. Der Tracheenstrang im hinteren Theil des Leitbündels besteht aus Ring- oder Spiral-Gefässen (*t*, Fig. 29, Taf. III), während die Gefässe des vorderen Theiles getüpfelte Gefässe (*g*) sind. Die Tüpfel der letzteren sind entweder einfach und kreisrund, oder sie sind runde Hoftüpfel mit spaltenförmigen schräg gestellten Canälen. Zwischen den Gefässen liegen am vorderen Theile Markstrahlen aus parenchymatischen Zellen (*m*). Diese bestehen aus 2 bis 9 Zellen, welche langgestreckt sind, mit dünnen Cellulosewänden und mit einfachen, undeutlich hervortretenden Tüpfeln versehen sind. Die Markstrahlen erreichen im Längsschnitt eine Höhe von 5 bis 13 Zellen. Auf Querschnitten von der Mitte und

am unteren Theil des Sprosses bis zu dem untersten Knoten sind die 1—3 vorderen Zellen dieser secundären Markstrahlen sklerenchymatisch (*n*). Die sklerenchymatischen Zellen sind dickwandig, und ihre Zellwände bestehen abwechselnd aus Celluloselamellen und verholzten Lamellen. Sie verhalten sich ähnlich wie die Sklerenchymzellen der primären Markstrahlen (welche später besprochen werden), aber sie sind oft länger als diese. Die im secundären Dickenwachsthum begriffenen Internodien zeigen in der Peripherie jedes secundären Markstrahles der Leitbündel 18 bis 20 sehr langgestreckte (1,24 mm lang), prosenchymatische, dickwandige Zellen, mit runden, einen spaltenförmigen Canal besitzenden Hoftüpfeln. Diese sind als Fasertracheiden (Fig. 22) zu bezeichnen; sie verhalten sich sonst gegen Reagentien wie die vorher beschriebenen sklerenchymatischen Markstrahlzellen. Zwischen den Fasertracheiden und den sklerenchymatischen Markstrahlzellen kommen Uebergangsformen vor, welche kürzer und breiter und oft mit einfachen Tüpfeln versehen sind. An der Innenseite des Bündels liegen viele Collenchymzellen (*c*), deren Zahl sich mit der Grösse des Bündels ändert. Im Querschnitt sind sie meist vierseitig. Im Längsschnitt sind sie etwa 15-mal so lang wie im Querschnitt und stossen mit horizontal liegenden Wänden aneinander. Alle diese vorher besprochenen Collenchymzellen verhalten sich ähnlich gegen Reagentien und zwar folgendermaassen: Chlorzinkjod färbt die Lamellen blau, nur die Mittellamelle bleibt ungefärbt; Corallin-Soda färbt die Lamellen „fuchsinroth“, die Mittellamelle rosa; Jodlösung färbt die Lamellen gelb, nur die Mittellamelle bleibt ungefärbt. Wenn man zu den Querschnitten, welche erst mit Jodlösung behandelt sind, concentrirte Schwefelsäure zufügt, so werden die Lamellen blau gefärbt, nur die Mittellamelle bleibt ungefärbt.

Zwischen dem Xylem und dem Phloëm liegt ein vierreihiges Cambium. Letzteres entsteht zugleich mit der Verholzung und Verdickung der primären Markstrahlen. Die secundären Markstrahlen der Bündel werden in der Peripherie des Siebtheiles collenchymatisch verdickt. Der Querschnitt des Siebtheiles des Leitbündels hat eine elliptische oder halb-elliptische Gestalt, und besteht aus 4 bis 8 Gruppen von Siebröhren (*c*).

6. Die Hauptmarkstrahlen. Die Zellen, aus welchen die 1—3 Zellen breiten primären Hauptmarkstrahlen in den mittleren und unteren Internodien bestehen, sind folgendermaassen gebaut. Im Querschnitt sind die Sklerenchymzellen fast isodiametrisch und haben einen Durchmesser von ungefähr 30 bis 90 μ und eine Länge von ungefähr 236 bis 436 μ. Die Grösse der Querschnittsdurchmesser ist umgekehrt proportional der Grösse der Längsschnittsdurchmesser, d. h. diejenige Zelle ist am längsten, deren Querschnitt den kürzesten Durchmesser hat. Die Zellwände haben entweder schräggestellte ovale oder spaltenförmige, einfache Tüpfel oder auch ovale Hoftüpfel mit spaltenförmigen, schräggestellten Canälen. Sie bestehen abwechselnd aus Lamellen von sehr schwach und von sehr stark verholzter Cellulose, wie die folgenden Reactionen zeigen. Chlorzinkjod färbt die Membran abwechselnd blau (Cellulose) und gelb (Lignin); Anilin hydrochlorat abwechselnd dunkler und heller gelb; Corallin-Soda abwechselnd rosa und fuchsinfarbig. Jodlösung färbt beide Lamellenarten schwach gelb und lässt dieselben deutlich hervortreten. Concentrirte Schwefelsäure wirkt auf die Zellmembran derart ein, dass die Celluloselamelle stark aufquillt, so dass in Folge dessen die verholzten Membranen an der Seite zerreissen und nur die tangentialen Wände in ihrer Lage zu den Wänden ihrer Nachbarzellen erhalten bleiben. Die Zellen zeigen Zellkerne. Das Gewebe der zwischen den Bündeln liegenden primären Hauptmarkstrahlen ist übrigens nach der Stelle des Sprosses verschieden gebaut, von welcher die Schnitte genommen werden. Nehmen wir einen typischen Spross von *arvensis*, welcher aus 8 bis 11 Internodien (Phytomeren) besteht und auch secundäres Wachsthum zeigt, so finden wir, dass die primären Hauptmarkstrahlen im krümmungsfähig bleibenden Knoten nur aus Parenchymzellen bestehen; manchmal liegen jedoch einige schwach collenchymatische Zellen dort. In dem mittleren Theile des achten Internodiums sind die primären Hauptmarkstrahlen noch nicht vollkommen ausgewachsen. In den Internodien 7 und 8 sind sie im Querschnitt 5- bis 6-seitig, dabei etwas verdickt in den Kanten;

ihre Wände bestehen aus reiner Cellulose. In dem sechsten Internodium finden wir manche etwas verdickte und verholzte Zellen, deren Durchmesser ungefähr 63 μ lang, und deren Wände 1,26 bis 5,04 μ dick sind. Hier kommen viele Uebergangsformen zwischen Collenchym- und Sklerenchymzellen vor; selten finden wir einen ganzen Hauptmarkstrahl, der nur aus Sklerenchymzellen besteht. In dem fünften Internodium finden wir zwei äussere Tangentialreihen typischer Sklerenchymzellen, deren Wände 6,30 bis 12,60 μ dick sind. In dem vierten Internodium kommen noch zwei Reihen gleicher Zellen vor, aber ihre Wände sind etwas dicker, d. h. ungefähr 8,82 bis 17,64 μ dick. In diesem Stadium sehen wir den Anfang der Cambiumbildung in den primären Hauptmarkstrahlen. In dem dritten Internodium sind die Zellwände regelmässiger verdickt (ihre Wände sind 12,60 bis 18,90 μ dick) und ausserhalb der primären Hauptmarkstrahlen liegen schon einige Tracheen und Sklerenchymfasern, die, vom Cambium erzeugt, sich der Peripherie der Hauptmarkstrahlen anlagern. In dem zweiten Internodium sind die Zellen viel kleiner, haben einen Durchmesser von nur etwa 50 μ, und ihre Zwischenwände sind nur so dick wie die im fünften Internodium. Den primären Hauptmarkstrahlen hat jetzt überall das Cambium einen geschlossenen Holztheil vorgelagert. Im untersten Internodium verhalten sich die Hauptmarkstrahlen wie die ausserhalb derselben liegenden Zellmassen. Nach dem Eintritt des secundären Wachsthums findet man aber, dass die primären Hauptmarkstrahlen im untersten Theile dieses Internodiums eine sehr unregelmässige Gestalt besitzen und mit länglich spaltenförmigen, etwas schrägstehenden Tüpfeln versehen sind. Auch in jedem einzelnen Internodium sehen wir Uebergangsformen zwischen collenchymatischen und sklerenchymatischen Hauptmarkstrahlen. Im Knoten bemerken wir, wie schon gesagt, fast immer collenchymatische und parenchymatische primäre Hauptmarkstrahlzellen, wie im obersten Internodium; aber in einer Entfernung von etwa 50 μ von der Austrittsstelle der Vereinigungen oder Anastomosen der verschiedenen Bündel im Knoten, zeigen diese Zellen schon eine Verdickung von 1 bis 2 μ und Verholzung. In dem nächsten Schnitte, der 8 bis 10 μ dick ist, sind ihre Wände 5 bis 8 μ dick, weiter oben im Internodium erreichen sie das Maximum der Dicke und Verholzung. Wenn *H. Fortuné* in seiner Arbeit über Viola (1887, S. 75) von den Viola-Arten sagt: „Faisceux liberoligneux constamment séparés l'un de l'autre par les formations sclereuses du péricycle", so gilt das also, wie wir oben gesehen haben, bei *arvensis* und auch *vulgaris* nur für besondere Stellen des Sprosses. Die Entwickelung des secundären Holzes und der secundären Rinde beginnt, wie früher bemerkt, bei völlig ausgewachsenem Sprosse im dritten Internodium. Das secundäre Holz wird den primären Hauptmarkstrahlen wie auch den vorderen Theilen der secundären Bündel vorgelagert.

7. Das Mark. Das Mark ist im Knoten fast ganz, in Internodien aber nur zum Theil im Centrum zerrissen. Das Mark besteht aus beinahe isodiametrischen, etwas langgestreckten Zellen, welche einen Querdurchmesser von 65 bis 126 μ besitzen. Sie sind dünnwandig, ihre Wände bestehen aus reiner Cellulose, und sie enthalten einen grossen, meistens seitlich liegenden Zellkern. Im Querschnitte sind sie durch grosse, dreieckige Intercellularräume getrennt. Einzellige Krystalle von Kalkoxalat (54 μ im Durchmesser) erscheinen in manchen Zellen des Markes wie auch der Rinde. Die Krystalle kommen am häufigsten im Knoten des Sprosses vor.

8. Leitbündelverlauf. Wie schon früher bemerkt, ist bei *arvensis* und *vulgaris* die Blattstellung an verschiedenen Stellen des Sprosses verschieden. Bei der Untersuchung der Nervatur des Blattes haben wir auch früher gesehen, dass von jedem Blatte je drei Bündel in den Spross eintreten. Das eine von diesen Bündeln ist das Laminabündel und viel stärker entwickelt als die beiden anderen, welche von den beiden Stipulae stammen. Wir wollen der Einfachheit wegen den Bündelverlauf einer Region des Sprosses schildern, in welcher $^{1}/_{3}$-Blattstellung herrscht. Das Laminabündel (Fig. 36, Taf. IV) tritt im Knoten in die Achse ein und läuft durch zwei Internodien frei hinab, bis es durch eine Anastomose (*a*) mit einem Anastomosenknoten des dritten Internodiums (*k*) in Verbindung tritt, biegt sich dann nach dem vierten Anastomosenknoten hin, um sich an diesen anzusetzen. Von letzterem läuft ein Bündel dann in Form eines dicken Stranges (*s*)

weiter und vereinigt sich im fünften Knoten mit einem kurzen Nebenblattspurbündel des vierten Knotens. Dieses vereinigte Bündel (*g*) läuft dann frei durch den sechsten Knoten bis zum Anastomosenknoten des siebenten Internodiums. Hier sehen wir nun, dass dieser Anastomosenknoten sich zusammensetzt aus dem dicken Strang (*g*), einem langen Nebenblattstrang (*r*) aus dem vorletzten Knoten und einem Laubblattstrang (*m*) aus dem drittletzten Knoten, und ferner, dass er auch durch eine Anastomose (*a*) mit dem Laubblattstrang von dem vorletzten Knoten in Verbindung tritt. In jedem Anastomosenknoten vereinigt sich also, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, der eine lange Nebenblattstrang des vorletzten Knotens und der Laubblattstrang des drittletzten Knotens mit dem aus dem drittletzten Anastomosenknoten herablaufenden dickeren Bündelstrange, der sich vorher auf seinem Wege mit dem kurzen Bündelstrange des Nebenblattes des drittletzten Knotens vereinigt hat. Und ausserdem steht dieser Anastomosenknoten noch seitlich in Verbindung mit dem Blattspurbündel des vorletzten Knotens. Die Stellung der Bündel im Querschnitte zeigt Fig. 37, Taf. IV, welche einen Querschnitt dicht unter dem ersten Internodium der Fig. 36 darstellt.

9. Secundäres Dickenwachsthum. Bei dem genaueren Studium der Leitbündelscheidezellen und der primären Hauptmarkstrahlen haben wir schon gesehen, dass man das beginnende secundäre Wachsthum bei der ausgewachsenen Pflanze mit schon kräftig eingeleiteter secundärer Verdickung des untersten Internodiums im vierten Internodium antrifft. Zwischen den einzelnen Bündeln und am vorderen Theile des primären Hauptmarkstrahls findet sich in diesem Internodium ein 3- bis 4-reihiges Cambium, welches das früher entwickelte Cambium der einzelnen Bündel zu einem geschlossenen Ringe verbindet. Von diesem Cambium sehen wir im dritten Internodium am vorderen Theile der Hauptmarkstrahlen schon mindestens bis sechs Tangentialreihen von neuen, meist noch unverholzten Tracheen und Markstrahl-Fasertracheiden entwickelt. Am vorderen Theile der einzelnen secundären Bündel sind ebenso viele Zellreihen entstanden. Die Hälfte derselben besitzen aber schon stark verholzte Wände. Gleichzeitig werden zwei Reihen Markzellen, die am inneren Theile der primären Hauptmarkstrahlen liegen, etwas an den Kanten verdickt, eventuell auch verholzt, sodass sie den Hauptmarkstrahlzellen gleichen. In der secundären Rinde finden sich nur collenchymatische Markstrahlen und Rindenstränge, aus Parenchymzellen und Siebsträngen gebildet. Nur im unteren Theile des dritten Internodiums sehen wir, wie früher bemerkt, schon Theilungen der Leitbündelcylinderscheidezellen durch Cellulosewände. In den untersten Internodien sind die im vorhergehenden Internodium noch nicht verholzten Zellen des Secundärzuwachses, welche vor den primären Hauptmarkstrahlen liegen, jetzt stark verholzt. Die jungen Siebzellen sind völlig entwickelt, und das Dickenwachsthum ist fortgeschritten. Ferner theilen sich die Leitbündelcylinderscheidezellen wie auch die ihnen angrenzenden Zellen der Rinde. Letztere sind in dem untersten Internodium durch radiale und tangentiale Wände getheilt, die Epidermiszellen nur durch radiale Wände. Die Cuticula erscheint gebräunt.

VII. Morphologie und Anatomie der Wurzel.

Die absolute Hauptwurzel von *arvensis* ist reich und zuletzt sehr zart verzweigt, hin und her gebogen und schlank zugespitzt; ihre Farbe ist gelblich oder blassbraun; ältere Wurzeln werden tiefer braun. Die persistirende Hauptwurzel wird etwa 75 bis 100 mm lang; ihre Zweige werden nicht länger als sie selbst. Sie wird höchstens 3 mm dick und besitzt einen Holztheil, der im Maximum $2^1/_4$ mm dick ist. Der Querschnitt der Wurzel ist gelb. 4 bis 20 mm unterhalb ihres oberen Endes sendet die Hauptwurzel kräftigere Zweige erster Ordnung aus; über und unter dieser Region sind die Zweige sehr zart, faserartig. Die Wurzelzweige erster Ordnung erreichen eine Länge von 35 bis 60 mm und haben im Maximum einen Durchmesser von 2 mm.

Betrachten wir zuerst den primären Bau der Wurzel, welcher sich an Wurzelspitzen von etwa 137 μ Dicke noch finden lässt, so sehen wir, dass das primäre Leitbündel der Wurzel diarch ist, und dass die zwei Tracheensträuge aus einer Reihe von etwa fünf Spiraltracheen bestehen. Die Siebstränge bestehen aus 4 bis 6 Zellen. Um die Siebstränge liegen 4 bis 6 grössere Parenchymzellen, um das ganze Leitbündel herum liegt eine einzige Reihe Pericambialzellen; letztere sind umgeben von einer einfachen Endodermis, welche aus 10 bis 12 Zellen besteht und im Querschnitt wie die früher besprochenen Leitbündelcylinderscheidezellen des Sprosses im vierten und fünften Internodium gebaut, nur etwas mehr gestreckt sind, d. h. im Längsschnit 4—6 mal so lang als ihr breitester Querdurchmesser sind. Das Rindenparenchym besteht aus zwei Reihen von Parenchymzellen, an welche sich eine Hypodermis aus etwas langgestreckten Zellen mit schwach verkorkten Wänden anschliesst. Die Epidermiszellen haben eine unregelmässige Gestalt, sind aber im Allgemeinen in Querschnitten 4- bis 6-seitig; ihre Wände sind verkorkt, und die Aussenwände tragen oft Wurzelhaare.

Nach Eintritt des secundären Dickenwachsthums bleiben die zwei Hauptmarkstrahlen lange Zeit deutlich sichtbar, weil ihre Elemente nicht verholzen. Das secundäre Holz, welches angelegt wird, besitzt zur Zeit der Korkbildung den folgenden Bau: Im Centrum liegen die noch schwach verholzten primären Spiraltracheen, von welchen, mit Ausnahme der zwei Hauptmarkstrahlen, Holzstränge ausstrahlen, welche aus 1 bis 2 Reihen verholzter Tracheen und einigen Parenchymzellen bestehen. Diese Parenchymzellen liegen in verschiedener Zahl zwischen manchen Tracheen und sind ähnlich gebaut wie die Zellen der Markstrahlen. Die Tracheen besitzen meistens Hoftüpfel, die ähnlich denen der schon besprochenen Tracheen des Sprosses sind. Zwischen den Holzsträngen liegen 1 bis 3 Reihen breite, unverholzte, parenchymatische Markstrahlen, deren Elemente im Querschnitt von fast isodiametrischen bis zu solchen variiren, deren tangentiale Wände 2—3 mal so breit sind wie ihre radialen Wände. Im Längsschnitt erreichen sie eine Höhe von 1—3 Zellen, stossen mit meistens schrägstehenden Querwänden aneinander und sind viel länger wie die schon besprochenen Markstrahlzellen des Sprosses; sonst sind sie letzteren ähnlich, nur dünnwandiger.

Die secundäre Rinde ist vom secundären Holze durch ein 2- bis 3-reihiges Cambium getrennt und besteht aus Siebsträngen, die von Ersatzfasern umgeben sind, und aus Markstrahlen. Letztere sind auch hier bis drei Zellreihen breit.

Die Siebstränge bestehen aus 3 bis 10 Zellen; die sie umgebenden Ersatzfasern sind dickwandig und mit einfachen, runden Tüpfeln versehen. Sie sind im Querschnitt fast isodiametrisch oder elliptisch, im Längsschnitt kürzer als die Elemente der Siebstränge und haben quer- oder schrägstehende Querwände. Die Endodermis nimmt eine ähnliche Structur an, wie wir sie schon für die Leitbündelcylinderscheide des Sprosses für das zweite Internodium besprochen haben, und theilt sich auch wie es dort in den untersten Internodien geschieht. In diesem Stadium des Wachsthums der Wurzel werden die Epidermis- und Hypodermiszellen entweder zerrissen oder zerstört und es bleiben häufig nur zwei oder drei Reihen etwas verkorkter Zellen, ausserhalb der jetzt sich theilenden Endodermis, noch längere Zeit erhalten, und es verkorken und verdicken sich dann ihre Wände. Von diesen haben dann die der Endodermis nächstliegenden Zellen im Querschnitt eine mehr oder weniger elliptische Gestalt; im Längsschnitt sind sie langgestreckt, und ihre Wände sind etwas verdickt und besitzen eine dünne Korklamelle und eine etwas dickere innere Celluloselamelle. Die äusseren Zellen haben eine sehr unregelmässige Gestalt, und ihre Aussenwände sind ziemlich dick und stark verkorkt. Es tritt also dann secundäre Verkorkung der fertig entwickelten Rindenparenchymzellen ein. Vor der Entstehung des Phellogens verkorken meistens auch die radialen Theilwände der Endodermiszellen; dann beginnt unterhalb der Endodermis, und zwar im Pericambium die Theilung, welche zur Ausbildung des Korkcambiums führt. Der entstandene Kork hat folgenden Bau: Im Querschnitte variiren die Korkzellen von fast quadratischen bis zu solchen, die mehr oder weniger quergestreckt und im Längsschnitte ungefähr viermal so lang als breit sind.

Ihre Wände sind 2,5 bis 4 μ dick und bestehen aus einer sehr dicken Korklamelle und einer viel dünneren inneren Celluloselamelle.

Ist das Dickenwachsthum fast bis zum Maximum fortgeschritten, so sehen wir, dass unter der 4- bis 5-reihigen Korkschicht 7 bis 8 Reihen sehr stark verdickter Zellen liegen, deren Gestalt im Querschnitt elliptisch und im Längsschnitt langgestreckt ist, und deren Wände aus Cellulose bestehen. Diese äussere Schicht der secundären Rinde enthält auch die obliterirten, primären Siebröhren, die in manchen Fällen deutlich hervortreten. Die innere Schicht der secundären Rinde zeigt einreihige, parenchymatische Markstrahlen, zwischen denen die Rindenstränge liegen, deren Siebstrangzahl je nach dem Grade des secundären Wachsthums der Rinde verschieden gross ist. Die Siebstränge der Rindenstränge sind umgeben von Ersatzfasern.

Der Cambiumring besteht aus 4 bis 5 Zellreihen. Das zu dem früheren Holz hinzugekommene secundäre Holz zeigt 1 bis 3 Reihen breite, 1 bis 4 Zellen hohe Markstrahlen, welche aus Fasertracheiden bestehen. Die dazwischenliegenden Holzstränge bestehen aus Tracheen und Fasertracheïden. In dieser äusseren Holzschicht besitzen alle Tracheen Hoftüpfel und ihre Wände bestehen abwechselnd aus verholzten Lamellen und Celluloselamellen und verhalten sich gegen Chlorzinkjod und concentrirte Schwefelsäure meist ähnlich wie die Fasertracheïden. Die Tracheen kommen in den Holzsträngen selten in Gruppen von zwei oder drei vor, und sind meistens voneinander durch 1 bis 3 Fasertracheïden getrennt. Letztere sind im Querschnitt 4- bis 6-seitig, prismatisch, sind etwas mehr langgestreckt wie die im Spross und auch mit stärker zugespitzten Zellenden versehen; sie zeigen Hoftüpfel und verhalten sich gegen Reagentien wie die Fasertracheïden des Sprosses, die wir schon besprochen haben.

VIII. Morphologie und Anatomie der Blüthe.

Die Blüthen von *arvensis* und *vulgaris* sind einzeln, achselständig, langgestielt, überhängend und dabei umgekehrt. Die zwei Formen unterscheiden sich durch die Grösse und Farbe ihrer Kronblätter und die Structur der Narbe.

1. Der Blüthenstiel. Der Blüthenstiel hat eine Länge von 25 bis 120 mm; die gewöhnliche Länge ist 40 bis 50 mm bei beiden Varietäten. Bei *arvensis* ist der Stiel nicht selten 85 bis 120 mm lang. Er ist kantig, und wie wir später genauer zeigen werden, nach verschiedener Richtung gedreht. Zwischen je zwei Kanten des Stieles befindet sich eine tiefe Rinne. Die Anatomie des Blüthenstieles ist fast der des schon besprochenen fünften Internodiums des Sprosses gleich; die Leitbündelscheidezellen sind etwas stärker verkorkt. Man findet selbstverständlich vier Collenchymleisten statt der zwei oder drei des Sprosses, und es liegen auch nur vier Leitbündel in dem Blüthenstiele, von denen je eins unter jeder Collenchymleiste verläuft.

Die Epidermiszellen und Schleimzellen sind denen des Sprosses wesentlich gleich. An jeder Kante entsteht unter den Epidermiszellen eine einzige Reihe relativ dünnwandiger Collenchymzellen. Im Längsschnitte sind letztere 8—10 mal so lang als ihr Querdurchmesser. Der über den Vorblättern liegende Theil des Stieles zeigt zwischen den Epidermiszellen und den chlorophyllhaltigen Zellen eine einzige Reihe fast isodiametrischer Zellen, die einen purpurgefärbten Zellsaft enthalten; sonst findet man solche Zellen nur unter der Epidermis in den Leisten. Unter der einzelligen Epidermis kommen 3 bis 4 Reihen chlorophyllhaltiger Zellen vor, und zwischen letzteren und den Leitbündelscheidezellen entstehen eine oder mehrere Reihen von Parenchymzellen. Diese Parenchymzellen sind im Längsschnitt viel länger als die Zellen der Leitbündelscheide. Die Leitbündelscheidezellen sind, wie schon früher bemerkt, den Zellen der Leitbündelscheide des siebenten Spross-Internodiums ähnlich.

Zwischen dem Holztheil und der Rinde finden sich 1 bis 2 Reihen Cambiumzellen. Die Siebröhren liegen in Gruppen von 2 bis 4 Zellen und sind von dickwandigen Parenchymzellen umgeben. Der Holztheil des Leitbündels besitzt 8 bis 9 tangentiale Reihen von meist eine Zelle, selten zwei Zellen breiten Holzsträngen, die in radialer Richtung 2 bis 5 Zellen lang sind. Die Hälfte der Tracheen sind Spiralgefässe, die anderen besitzen Hoftüpfel, die ähnlich den schon für den primären Zustand des Sprosses besprochenen aussehen. Zwischen den Tracheen am hinteren Theil des Holztheiles liegen 3 bis 4 Tangentialreihen parenchymatischer Markstrahlzellen, welche im Längsschnitt ungefähr 12—15 mal so lang als ihr Durchmesser, aber sonst denen des Sprosses ähnlich sind. Am vorderen Rande des Holztheiles liegen 1 bis 2 Tangentialreihen sklerenchymatischer Markstrahlzellen, die sehr langgestreckt und dickwandig sind und Hoftüpfel mit kleinen spaltenförmigen Kanälen besitzen, also mehr wie Libriformfasern aussehen. Hinter dem Holztheile der Bündel liegen 1 bis 3 Reihen Collenchymzellen, die entweder nahezu elliptisch oder 3- bis 5-seitig, an den Kanten stark verdickt sind und kleine Intercellularräume zwischen den Zellen aufweisen. Sie sind ferner sehr langgestreckt und zeigen im Längsschnitt einige spaltenförmige, einfache Tüpfel. Zwischen den ebenso wie die Bündel des Sprosses gebauten Leitbündeln liegen 1 bis 2 Reihen breite, primäre Hauptmarkstrahlen. Ihre Elemente verhalten sich gegen Reagentien wie die primären Hauptmarkstrahlen des Sprosses, sind aber viel stärker verdickt und langgestreckt und besitzen meistens Hoftüpfel mit kleinen spaltenförmigen Kanälen, sehen also gerade so wie die sklerenchymatischen Zellen der Markstrahlen des Stieles, wie Libriformfasern, aus. Die Zellen der übrigen Markstrahlen sind ähnlich gebaut wie diejenigen der Achse von primärem Baue.

Die vier Leitbündel des Blüthenstieles vereinigen sich unten im Knoten zu einem einzigen Bündel; dieses läuft dann frei durch den Knoten, parallel mit dem langen in den Knoten eintretenden Nebenblattbündel des Deckblattes der Blüthe, und vereinigt sich dann mit diesem etwas unterhalb des Knotens.

2. Die Vorblätter. 5 bis 7 mm unter der Blüthe stehen zwei einander fast gegenüberstehende kleine Vorblätter, die eine grünliche bis nahezu purpurne Farbe haben und auch fast das gespornte Kronenblatt berühren. Diese Vorblätter bedecken die ganze Blüthenknospe, bis der Kelch $^1/_2$ mm gross ist, und werden 1 bis 2 mm lang; ihre Spitze ist scharf und ihre Basis etwas sackartig vertieft. An der Basis befinden sich ferner zu beiden Seiten des Vorblättchens zwei Lappen von $^1/_5$ bis $^1/_2$ mm Länge, die je eine Drüsenzotte an der Spitze tragen, und den schon früher besprochenen Nebenblattlappen ähneln. Sie besitzen keine Leitbündel, ebenso fehlen ihnen Stomata und Haare. Die vorhandenen Schleimzellen sind von der Fläche gesehen 19 μ breit und 100 μ lang. Zwischen den zwei Epidermiszellen liegen 1 bis 4 Reihen fast isodiametrischer und langgestreckter Chlorophyllzellen, die meist einen purpurnen Zellsaft und hie und da rosettenförmige Kalkoxalatdrusen enthalten.

3. Morphologie der Blüthe. Die Blüthen sind duftlos, zwitterig, vollständig und pentamer. Charakterisiren wir zuerst die Blüthen kurz nach *Eichler's* (*Eichler,* 1875, S. 221) Darstellung, so erscheinen dieselben wie bei allen Viola-Arten nach der Formel: K_5, C_5, A_5, G_3 gebaut; sie haben seitliche Stellung mit zwei Vorblättern (*b*, Fig. 42, Taf. IV) und Sep. 2 gegen die Achse, quincunciale Kelch- und absteigende Kronenpräfloration, das unpaare Carpid bei Trimerie nach vorn. Placentation parietal, Fruchtdehiscens fachspaltig, Klappen daher in umgekehrter Stellung als die Carpiden, die unpaare nach oben. Die Ausbildung der Blüthen ist medianzygomorph mit Förderung der Unterseite. Das vordere Petalum erscheint ausser seiner beträchtlichen Grösse noch durch einen Hohlsporn an der Basis ausgezeichnet, und die oberen Petalen sind paarweise ungleich, die beiden hinteren (*h*) dabei am kleinsten; nicht minder äussert sich die Zygomorphie im Androeceum, indem die vorderen zwei Stamina in den Corollensporn hinabsteigende Drüsen (*d*) ausbilden und alle fünf überdies gewöhnlich nach oben hin an Grösse abnehmen; auch fällt endlich die häufig S-förmige Griffelkrümmung in die Symmetrale.

Des Näheren ist die Blüthe folgendermaassen gebaut (Fig. 42 u. 43, Taf. IV). Das vordere Petalum (*v*) besitzt einen hohlen Sporn (*p*), in welchen die Nectardrüsen der beiden Stamina (*d*) hineindringen. An der Basis derselben sind die beiden Kelchblättern (k^r) an dem vorderen Petalum befestigt. Die zwei seitlichen Kronenblätter und das vordere bilden mit ihrem Nagel den kurzen Schlund der Blumenkrone. Die seitlichen Kronenblätter sind an der Mündung der Blumenkrone dicht behaart und an der Aussenseite mit den mittleren Kelchblättern (k^s) an der Basis verbunden. Die zwei hinteren Petalen (*h*) stehen etwas hinter den zwei seitlichen und sind an der Basis mit dem hinteren Kelchblatte (k^h) zusammengewachsen. Die Kelchblätter sind am unteren Drittel des Fruchtknotens verbunden. Die Kronenblätter und Staubblätter sind am Kelch inserirt. Die Staubblätter vereinigen sich mit den Kelchblättern etwas weiter unterhalb als die Kronenblätter und zwar ungefähr $^1/_2$ mm über der Insertionsstelle der Kelchblätter an dem Fruchtknoten. Die Antheren liegen dem Fruchtknoten fast an und überragen denselben nicht. Der Fruchtknoten ist frei, oberständig, einfächrig.

4. Kelchblätter. Die grünen Kelchblätter sind lanzettförmig, ihre Spitze ist scharf und trägt eine Drüsenzotte. Sie sitzen mit breiter Basis den Kronenblättern an, und sind unten in ein breites Anhängsel verlängert, dessen Länge ein Drittel der Länge des Kelchblattes beträgt. Die Kelchblätter sind bei *vulgaris* ungefähr 7 bis 12 mm und bei *arvensis* ungefähr 7 mm lang. Die Nervatur (Fig. 46, Taf. IV) jedes Kelchblattes besteht zuerst aus drei Nerven, die von der Insertionsstelle an mit dem Rande des Kelchblattes bis in die Nähe der Spitze parallel laufen, und sich dort, ähnlich wie die Nerven des normalen Nebenblattlappens, vereinigen. In der oberen Hälfte der Kelchblätter sind diese drei Hauptnerven durch kleine und kurze Nervenzweige verbunden. Von dem Rande der zwei seitlichen Hauptnerven gehen ebenso wie im Nebenblattlappen kleine schlingenläufige Nerven oder freiendigende Tracheen aus. Im Kelchanhängsel sind die Nerven schlingenläufig, es endigen aber am Rande dieser Schlingen, unterhalb des Blattrandes, einige Tracheen frei. Die Kelchblätter sind sonst ganz ähnlich gebaut wie die Laubblätter. Die Epidermiszellen sind von der Fläche gesehen langgestreckt und ihre Wände sind wellenförmig gebogen. Schleimzellen kommen in grosser Anzahl vor. An der Spitze der inneren Fläche der Kelchblätter liegen 1 bis 3 Wasserspalten, welche ungefähr eine Länge von 38 μ und eine Breite von 25 μ haben. Die Stomata dagegen sind 31 μ lang und 15 μ breit; auf beiden Seiten des Blattes kommen auf den Quadratmillimeter etwa 10 bis 20 derselben zu liegen. Einzellige Haare fehlen den Kelchblättern beider Formen manchmal; wenn sie vorhanden sind, sitzen sie nur am Rande der Kelchblätter. Bei *vulgaris* kommen sie häufiger vor als bei *arvensis* und sind bei *vulgaris* 73 bis 127 μ, bei *arvensis* 36 bis 55 μ lang.

Das Mesophyll besteht aus 1 bis 4 Lagen fast isodiametrischer Chlorophyllzellen; letztere sind in der Mitte der Oberseite etwas langgestreckt und sehen aus wie Palissadenzellen. Krystallzellen, die eine rosettenförmige Krystalldruse von ungefähr 25 μ Durchmesser enthalten, kommen hauptsächlich im unteren Theile des Kelchblattes vor. Das Leitbündel des Mittelnerven, welches von einer unverholzten Leitbündelscheide umgeben wird, besitzt 8 bis 11 Spiralgefässe, welche einen dichten Strang bilden. Der Siebtheil wird von 2 bis 3, je 2 bis 5 Siebröhren enthaltenden Gruppen gebildet. In den beiden parallel laufenden, kleineren Nerven befinden sich drei grosse, nebeneinander in einer Reihe liegende Spiraltracheen und 2 bis 3 Siebröhren. Die Leitbündelscheidezellen sind ähnlich denen des Mittelnerven gebaut.

5. Morphologie der Kronenblätter. Die Grösse der Blumenkrone ist bei den beiden Varietäten verschieden. Die Entfernung von der Spitze des Sporns bis zu der Spitze der zwei vorderen Kronenblätter bei *arvensis* beträgt 8 bis 15 mm, bei *vulgaris* dagegen schwankt sie zwischen 10 und 25 mm. Die zwei hinteren Kronenblätter sind kurz befestigt und besitzen einen höchstens 1 mm langen Nagel. Sie sind ausgebreitet, breit-spatelförmig, und ihre Spitze ist abgerundet. Bei *arvensis* beträgt ihre Länge 7 mm und bei *vulgaris* 10 bis 12 mm; die Breite bei *arvensis* 4 mm

und bei *vulgaris* 5 mm. Drei Hauptnerven (Fig. 49, Taf. IV) gehen von der Basis aus und werden, nachdem sie die Mitte der Kronenblätter erreicht haben, durch je eine Schlinge verbunden. Ausserdem werden sie auch noch durch Zweige miteinander verbunden, deren Anzahl bei *arvensis* meistens vier, bei *vulgaris* grösser ist. An die seitlichen Hauptnerven und an die zwei Schlingen setzen sich kleine schlingenläufige Nerven und einige freiendigende Tracheen an. Der Nagel der beiden seitlichen Kronenblätter, welcher sich in einem rechten Winkel von der Blattspreite abbiegt, ist so lang wie die Spreite und trägt oben an der Knickstelle ein Büschel von Haaren. Die Spreite ist breit-eiförmig. Bei *arvensis* beträgt die ganze Länge dieses Kronenblattes ungefähr 6 mm, während sie bei *vulgaris* 8 bis 11 mm beträgt. Die grösste Breite beträgt bei *vulgaris* 4 bis 8 mm, bei *arvensis* 3 bis 4 mm. Die Nervatur ist bei beiden Varietäten fast gleich und ohne Beschreibung aus Fig. 48, Taf. IV zu ersehen.

Das vordere Kronenblatt besteht wie die anderen Blätter aus einer Lamina und einem Nagel; es besitzt aber ausserdem noch ein hohles Anhängsel, ähnlich wie die Kelchblätter ein offenes Anhängsel besitzen. Der Nagel (*n*) ist nicht kürzer als bei den seitlichen Kronenblättern, er ist nur seitlich an je einer Stelle (*i*) angewachsen und verlängert sich unten in den Sporn. Die Lamina ist breit-spatelförmig, vom Rande nach innen etwas eingerollt und an der Spitze etwas eingeschnitten. Die Länge des röhrenförmigen Spornes beträgt $^1/_5$ bis $^1/_6$ der Länge des Kronenblattes. Der Sporn ist dabei 2 bis 4 mm länger als das Kelchblattanhängsel. Bei *arvensis* ist die Länge des gespornten Kronenblattes ungefähr 10 bis 12 mm, bei *vulgaris* dagegen meist 15 mm; an der breitesten Stelle ist die Lamina von *arvensis* ungefähr 6 mm, bei *vulgaris* 12 mm breit. Die Nervatur, welche bei beiden Formen ähnlich ist, verhält sich folgendermaassen: Ein Mittelnerv (Fig. 47, Taf. IV) läuft durch die ganze Länge des gespornten Kronenblattes, von des Basis des Anhängsels bis in die Nähe der Spitze der Lamina. An der Basis des Sporns theilt sich der Mittelnerv in zwei Aeste (*b*), welche fast parallel dem Mittelnerven bis zur Spitze des gespornten Anhängsels laufen und frei endigen. Von der Insertionsstelle des Blattes verlaufen an jeder Seite des Mittelnerven, zuerst im Nagel, dann in der Lamina, drei nicht besonders starke Nerven (*n*). Diese verhalten sich ihrer Verzweigung nach ähnlich wie die Nerven eines hinteren Kronenblattes; sie sind durch eine Schlinge (*s*) und durch Anastomosen mit dem Mittelnerven (*m*) verbunden.

6. Anatomie der Kronenblätter. Die Kronenblätter beider Formen besitzen, wie wir sahen, eine fast gleiche Form, sind aber in ihrer Grösse verschieden. Wir werden später sehen, dass sie sich durch ihre Färbung sehr wesentlich unterscheiden. Die Zellen der beiden Epidermen zeigen bei den drei verschiedenen Arten von Kronenblättern einen sehr verschiedenen Bau, und wir werden auch weiter unten sehen, dass ihre Gestalt am oberen oder unteren Theile, an der Ober- oder Unterseite des Kronenblattes, eine sehr verschiedene ist. Zwischen den zwei Epidermen liegen 3 bis 5 Schichten von Parenchymzellen, die ein relativ dichtes Mesophyllparenchym bilden. Die Mesophyllzellen zeigen, von oben gesehen, lange wellenförmig gebogene Wände und zwischen diesen grosse Intercellularräume. Im Querschnitt und Längsschnitt haben sie eine unregelmässige Gestalt, und die Intercellularräume sind fast isodiametrisch. Im unteren Theile der Kronenblätter findet man im Mesophyllgewebe viele rosettenförmige Krystalldrusen von Kalkoxalat. Die Hauptnerven besitzen 7 bis 10 Spiralgefässe, 2 bis 3 Siebröhren und die gleiche Scheide, wie sie im Kelchblatt vorkommt. Die freien Nervenenden bestehen aus einer oder einigen kurzen, ungleich langen, kleinlumigen Spiraltracheen (siehe auch *Koschewnikow*, 1885, S. 813).

a. Epidermis des vorderen Kronenblattes. Gehen wir zur Beschreibung der Epidermis über, so finden wir, dass die Epidermiszellen der Unterseite der Lamina des vorderen Kronenblattes von *arvensis* einen zickzackförmigen Umriss besitzen. Meistens gehen von den Spitzen dieser Zickzacklinie kurze centripetale Leisten (Fig. 50, Taf. IV) aus, die gewöhnlich im Maximum bis 4 μ lang sind. Im Nagel des Blattes sind die Epidermiszellen langgestreckt, besitzen wellenförmig gebogene Wände und zeigen keine centripetale Leisten. Bei *vulgaris* dagegen sind die

Epidermiszellen der Lamina regelmässig 4- bis 7-seitig und besitzen je 10 bis 14 Centripetalleisten, die sich bis zu $^1/_4$ bis $^1/_6$ des Durchmessers der Zelllumens erstrecken (Fig. 51, Taf. IV). Die Leisten sind 7 bis 8 μ lang und 1 bis 2,5 μ breit. In den Epidermiszellen, die Schleimzellen abgeschnitten haben, sind die Centripetalleisten sehr kurz oder fehlen ganz. Bei beiden Formen zeigt die Cuticula der Epidermiszellen, von der Fläche gesehen, linienförmige Leisten, die entweder mit einander und mit den längsten Seitenwänden parallel laufen, wie bei denjenigen Epidermiszellen, welche langgestreckt und mit flachen Aussenwänden versehen sind, oder welche nach dem Centrum der Zellen zu convergiren, wie bei solchen Zellen, die mehr oder weniger ausgebauchte, papillenförmige Aussenwände besitzen. Schleimzellen entstehen unter der Epidermis der Unterseite bei beiden Formen, und zwar sehr häufig in der Nähe der Insertionsstelle des Nagels. An der äusseren (unteren) Seite des Spornes fehlen die Centripetalleisten, die in dem oberen Theile des Kronenblattes in den Epidermiszellen der Unterseite bei beiden Formen vorkommen, und es bilden sich deutlich hervortretende Papillen (Fig. 39, Taf. II), die etwa aussehen, wie die auf der Oberseite der Lamina des vorderen Kronenblattes. Bei *arvensis* sind an der oberseitigen Epidermis der Lamina die Epidermiszellen 5-seitig; ihre Seitenwände besitzen schwache, einfache Tüpfel; Centripetalleisten kommen nicht vor, dagegen sind schräg gestellte Papillen vorhanden. Die Papillen der Epidermiszellen in der Nähe der Insertionsstelle des Spornes sind 164 μ lang. Tiefer unten im Schlunde der Blumenkrone und im oberen Theile der Innenseite des Spornes (x) sind viele Epidermiszellen zu einzelligen Haaren („Schlauchhaaren") ausgewachsen, die eine Länge von 473 μ haben und in ihrer oberen Hälfte über und über mit mächtigen kugeligen Auftreibungen versehen sind. Ueber die Entstehung der Höcker hat *Heinrich Schenck* (1884, S. 14) Angaben gemacht. Bei *vulgaris* dagegen besitzt die Lamina der oberseitigen Epidermis 5- bis 6-seitige Zellen, deren Wände mit kleinen Centripetalleisten und aufrechten Papillen versehen sind, welche letztere eine Grösse von 51 bis 164 μ haben. Die grössten Papillen kommen in der Nähe der Insertionsstelle vor. Schlauchhaare kommen ebenso wie bei *arvensis* vor; ihre Grösse schwankt zwischen 248 und 473 μ. Schleimzellen fehlen der ganzen Oberseite des vorderen Kronenblattes, wie überhaupt der Oberseite aller Kronenblätter.

b. Epidermis der seitlichen Kronenblätter. Die unterseitigen Epidermiszellen der Seitenkronenblätter von *arvensis* sind denen der gleichen Region des vorderen Kronenblattes von *arvensis* ähnlich. Bei *vulgaris* dagegen zeigt nur die Lamina eine ähnliche Gestalt wie das schon besprochene vordere Kronenblatt, der Nagel dagegen ähnelt dem der Seitenkronenblätter von *arvensis*. Die Epidermiszellen der oberseitigen Lamina des Seitenkronenblattes von *arvensis* sind meistens 5-seitig, und ihre Wände besitzen, wie die des vorderen Kronenblattes, Centripetalleisten und schrägstehende Papillen. In der Nähe des Schlundes der Blumenkrone bilden sich einzellige Haare aus (Fig. 53, Taf. V), deren Länge zwischen 227 und 400 μ schwankt. Diese Haare, welche gleichsam eine Bürste bilden, haben eine dünne Cuticula, mit kurzen vertical parallellaufenden Leisten. Im Nagel sind die Wände der Epidermiszellen weniger stark gebogen, und die Tüpfel treten etwas deutlicher hervor. Bei *vulgaris* sind die Epidermiszellen der Oberseite fast ähnlich gebaut wie die der Seitenkronenblätter von *arvensis*, nur sind die Papillen oft auch gerade und die einzelligen Haare etwas länger als bei *arvensis*, nämlich 428 bis 583 μ lang.

c. Epidermis der hinteren Kronenblätter. Die Epidermiszellen der unterseitigen Lamina des hinteren Kronenblattes von *arvensis* sind langgestreckt; ihre Wände sind regelmässig wellenförmig gebogen, mit nicht deutlich hervortretenden Tüpfeln versehen und besitzen keine Centripetalleisten und Papillen. Im Nagel sind die Zellen mehr langgestreckt, ihre Wände mehr unregelmässig gebogen; sie besitzen ähnliche Tüpfel wie die der Lamina. Bei *vulgaris* dagegen sind die Zellen der Lamina den entsprechenden Zellen des vorderen Kronenblattes ähnlich, nur im mittleren Theile zeigen sie theilweise die Form der Fig. 50, Taf. IV. Im Nagel sind die Zellen viel grösser wie in der Lamina; ihr Umriss ist unregelmässig wellenförmig und mit sehr kurzen Centri-

petalleisten versehen. Die Epidermiszellen der Oberseite der hinteren Kronenblätter von *arvensis* sind 4- bis 6-seitig; ihre Wände besitzen schwache einfache Tüpfel, schräge Papillen und undeutliche Cuticularleisten. Am Nagel sind die Zellen 4-seitig und langgestreckt; ihre Wände sind gerade und besitzen einfache Tüpfel. Bei *vulgaris* sind die entsprechenden Epidermiszellen gerade so gebaut wie bei *arvensis*.

Was die Function der im Vorhergehenden oft erwähnten Leisten anbelangt, so ist dieselbe von *E. Koehne* (1884, S. 24) discutirt worden, welcher auch diese Leisten für *Viola* besonders abbildet. *Koehne* sagt: „An sich würde die Seitenwandung jeder Epidermiszelle allein einen cylindrischen oder prismatischen, aber sehr weiten Hohlträger vorstellen. Biegen sich aber die Seitenwände noch wellenförmig, so wird ihre Tragkraft nicht allein beträchtlich erhöht, sondern es wird auch der in der Mitte der Zelle gelegene grosse Flächenraum, der nicht durch nahe benachbarte Seitenwände gestützt ist, bedeutend verkleinert, so dass dadurch ein Collabiren der Zelle erschwert wird. Eine Vergrösserung der Tragkraft der Seitenwände wird natürlich durch die pfeilerartigen Verdickungen (*Paeonia officinalis*) oder durch weit vorspringende Leisten (*Erodium cicutarium*) herbeigeführt, ferner in noch höherem Grade durch Combination der wellenförmigen Biegungen mit Pfeiler- oder Leistenbildung (*Potentilla anserina*). Jede Leiste bildet offenbar mit den benachbarten Theilen der Epidermis-Seitenwand einen im Querschnitt T-förmigen oder Y-förmigen Träger und stellt eine Art Strebepfeiler dar."

7. Die Färbung der Kronenblätter wird nur durch gelbe, rundliche Chromoplasten hervorgebracht. Dieselben liegen hauptsächlich in den Epidermiszellen, doch auch in dem Parenchym des Mesophylls. Die violetten und blauen Töne werden, wie überall, so auch hier durch gefärbten Zellsaft hervorgerufen. Angaben über die Chromatophoren finden sich bei *Arthur Meyer* (Bot. Zeit. 1883, S. 507). Er führt die gelben Trophoplasten (Chromatophoren) aus der Epidermis der unteren Seite des Blüthenblattes von *Viola tricolor* als typisches Beispiel für Chromoplasten an, welche in ihren Eigenschaften den Autoplasten (assimilirenden Chromatophoren) noch am nächsten stehen. Er schreibt, dass die Trophoplasten in ganz jungen Knospen grün, klein, unregelmässig geformt, vielleicht in Folge von Theilungsvorgängen häufig gestreckt sind. „Sie sind hauptsächlich auf den Seitenwänden, weniger auf der Hinterwand der Epidermiszellen zu finden. In älteren Knospen werden die Chromoplasten etwas gelblicher, inhomogener und den typischen Autoplasten ähnlicher. In aufgeblühten Blüthen sind alle Chromoplasten auf die Hinterwand der Epidermiszelle gerückt, erscheinen noch etwas gewachsen, flacher ausgebreitet, hellgelb, zeigen drei bis fünf transparentere Stellen mit dickem Rande (Vacuolen) und haben eine unregelmässige Form. Lässt man Wasser auf die Chromoplasten einwirken, so entsteht eine grosse Vacuole in ihnen, an deren Peripherie sich die Substanz der Chromoplasten in kleinen Körnchen, und zwar entweder gleichmässig oder mehr einseitig ablagert. Eisessig bewirkt eine Anfangs geringere Quellung der Chromoplasten, während welcher das Xanthophyll zu Tröpfchen zusammenfliesst. Krystalle entstehen bei Einwirkung des Eisessigs nicht. Alkohol lässt ein vacuoliges Gerüste zurück. In absterbenden Blüthenblättern gleichen die Chromoplasten absterbenden Autoplasten sehr; sie sind contrahirt und das Xanthophyll ist zu unregelmässigen Tropfen zusammengeflossen."

Ferner hat *Paul Fritsch* über die Färbung der Kronenblätter einige Angaben gemacht (1884, S. 185).

Die beiden Formen unterscheiden sich wesentlich durch die Blüthenfärbung. Bei *vulgaris* variiren die Blüthen in der Farbe sehr stark; die hinteren Kronenblätter sind dabei am häufigsten blau, die Seitenkronenblätter am häufigsten weiss mit violetten Streifen und das vordere Kronenblatt am häufigsten gelblich mit blauen Streifen. Ganz anders verhalten sich die viel constanteren Blüthen von *arvensis*. Dort sind die hinteren Kronenblätter fast immer weiss, die Seitenkronenblätter gelbweiss mit blauen Streifen und das vordere Kronenblatt meistens gelblich mit blauen Streifen. Der Sporn ist bei beiden Formen mehr oder weniger bläulich. Die genaueren Angaben

über die Variation aller Kronenblätter finden sich in den beifolgenden Tabellen. Es wurden zuerst 250 Blüthen von *arvensis* untersucht, die wie die von *vulgaris* von nur einem Standorte stammten. In der ersten Rubrik der Tabelle finden sich die Namen der Kronenblätter; in der zweiten Rubrik stehen die Namen der Farben und in den übrigen des ersten Abschnittes der Tabelle sind die Regionen angegeben, auf welche sich die Zählungen beziehen. Dazu ist das vordere Kronenblatt in drei gleiche Zonen getheilt, wie es Fig. 41, Taf. IV schematisch darstellt. Aus dem ersten Theil dieser Tabelle geht also z. B. unter anderem hervor, dass das vordere Kronenblatt von *arvensis* in 250 Fällen unten gelb war, in der Mitte dagegen in 137 Fällen gelb, in 111 Fällen gelbweiss und in nur zwei Fällen weiss. Im Enddrittel, also an der Spitze, waren 5 Kronenblätter gelb, 135 gelbweiss und 110 weiss. Nur eines hatte einen blauen Rand.

Der zweite Theil der Tabelle bezieht sich nur auf die Streifung. Die Zahlen geben die Zahl der auf den Kronenblättern vorkommenden Streifen an. Darunter bedeuten die Buchstaben *T*, *k*, *s* folgendes: *T* heisst Totalsumme der Blüthen, unter *k* steht die Zahl der relativ kurzen Streifen' die dabei vorkommen, unter *s* die Zahl der nach oben in zwei Aeste gespaltenen. Bei *arvensis* kommen also im vorderen Kronenblatte 4 bis 8 Streifen vor, davon besitzen 193 5 Streifen, 22 von diesen waren kurz und 59 waren gespaltet; 8 Streifen kommen nur einmal vor, davon waren zwei untere Streifen relativ kurz.

In einer dritten Tabelle sind die Resultate der Untersuchung von 8 Blättern von *Viola lutea* aus Aachen gegeben.

Die vierte Tabelle charakterisirt die Blüthenfarbe der merkwürdigen, am Fusse des Hohenecks gefundenen Form, die zwischen *arvensis* und der gelbblühenden Form des Hoheneckveilchens (*Viola lutea*) steht.

250 Blüthen von *arvensis* aus Marburg.

Art des Kronenblattes	Färbung	Allgemeine Färbung – Regionen					Zahl der Streifen 1			2			3			4			5			6			7			8		
		Basales Drittel a	Mittleres Drittel b	End-Drittel c	Basales Halb a	End-Halb b	*T*	*k*	*s*	*T*	*k*	*s*	*T*	*k*	*s*	*T*	*k*	*s*	*T*	*k*	*s*	*T*	*k*	*s*	*T*	*k*	*s*	*T*	*k*	*s*
Vorderes Kronenblatt (1)	gelb	250	137	5																										
	gelbweiss		111	135																										
	weiss		2	110*												6	5	1	193	22	59	56	31	12	37	25	12	3	2	
Linkes Seitenkronenblatt (2)	gelbweiss				201																									
	weiss				49	250*																								
	blau						201	9	1	28	23		58	37	1															
Rechtes Seitenkronenblatt (5)	gelbweiss				198																									
	weiss				52	250*																								
	blau						207	8		22	20		55	33	1															
Linkes Hinterkronenblatt (3)	weiss				249	207																								
	weissblau					41																								
	blau				1	2																								
Rechtes Hinterkronenblatt (4)	weiss				249	207																								
	weissblau					41																								
	blau				1	2																								

* Nur eine hatte einen blauen Rand.

250 Blüthen von *vulgaris* aus Weidelbach.

Art des Kronenblattes	Färbung	Allgemeine Färbung Regionen: Basales Drittel a	Mittleres Drittel b	End-Drittel c	Basales Halb a	End-Halb b	Zahl der Streifen 1 T	1 k	1 s	2 T	2 k	2 s	3 T	3 k	3 s	4 T	4 k	4 s	5 T	5 k	5 s	6 T	6 k	6 s	7 T	7 k	7 s	8 T	8 k	8 s	9 T	9 k	9 s
Vorderes Kronenblatt (1)	gelb	230	2																														
	gelbblau	18																															
	gelbweissblau	2	40	67																													
	gelbweiss		186	118																													
	blau		22	48																													
	weiss			17																20		9	38	15	15	187	64	120	13	11	15	6	1	4
Linkes Seitenkronenblatt (2)	weiss				12	94																											
	gelbweiss				149	13																											
	gelbweissblau				45	85																											
	blau				44	58				26	4	1	198	40	26	26	20	1															
Rechtes Seitenkronenblatt (5)	weiss				9	95																											
	gelbweiss				46	17																											
	gelbweissblau				150	78																											
	blau				45	60	5	1		30	7		190	31	12	22	17	4	4	2													
Linkes Hinterkronenblatt (3)	gelbweissblau				7	7																											
	blau				143	143																											
Rechtes Hinterkronenblatt (4)	gelbweissblau				7	7																											
	blau				143	143																											

8 Blüthen von *Viola lutea.*

Art des Kronenblattes	Färbung	Allgemeine Färbung Regionen: Basales Drittel a	Mittleres Drittel b	End-Drittel c	Basales Halb a	End-Halb b	Zahl der Streifen 1 T	1 k	1 s	2 T	2 k	2 s	3 T	3 k	3 s	4 T	4 k	4 s	5 T	5 k	5 s	6 T	6 k	6 s	7 T	7 k	7 s
Vorderes Kronenblatt (1)	gelb	8	8	8															3			3			2		
Seitenkronenblätter (2 u. 5)	gelb				8	8	1			1			6														
Hintere Kronenblätter (3 u. 4)	gelb				8	8																					

20 Blüthen von *Viola* vom Fusse des Hohenecks.

Art des Kronenblattes	Allgemeine Färbung	Regionen					Zahl der Streifen																				
	Färbung	Basales Drittel a	Mittleres Drittel b	End-Drittel c	Basales Halb a	End-Halb b	1			2			3			4			5			6			7		
							T	*k*	*s*	*T*	*k*	*s*	*T*	*k*	*s*	*T*	*k*	*s*	*T*	*k*	*s*	*T*	*k*	*s*	*T*	*k*	*s*
Vorderes Kronenblatt (1)	gelb	20	20	10																							
	gelbweiss			10												1			7			2			10	4	2
Linkes Seitenkronenblatt (2)	gelb				6	5																					
	gelbweiss				14	15	1			10			9														
Rechtes Seitenkronenblatt (5)	gelb				6	5																					
	gelbweiss				14	15				13			7														
Linkes und rechtes Hinterkronenblatt (3 u. 5)	gelbweiss				7	4																					
	weiss				10	12																					
	blau				3	4																					

Einige Angaben von *König* (1891, S. 19) über die Blüthenfarben der Viola-Arten mögen hier noch Platz finden. Er sagt: „Die meisten Veilchen blühen einfarbig, entweder weiss (*Viola alba* Besser) oder gelb (*V. flava* L.; *V. lutea* L.) oder blau (*V. odorata* L.; *V. uliginosa* L.); wenige sind zweifarbig (am vollständigsten *V. sudetica* Koch), und nur eine Art ist dreifarbig, das Stiefmütterchen. Die drei Farben, welche es entfaltet, sind die Farben der Gattung *Viola;* über diese Grenzen kann es nicht hinaus; denn die Art ist ein organisches Glied in der Kette der Gattung. Gerade gelb und violett werden zusammengestellt, weil sie complementär sind, und allzumal, wenn weiss hinzutritt, weithin leuchten."

König hat mehr als 500 Blüthen des Stiefmütterchens untersucht. Daraus ergab sich, dass in Bezug auf Ausmalung der Blüthen 16 und in Bezug auf Ausmalung des Saftmales 13 verschiedene Farbenbilder zu unterscheiden waren.

„Bei allen Blüthen waren der obere Theil des Blüthenstieles und der Sporn des Unterblattes violett gefärbt. Bei nicht wenigen Exemplaren war von hieraus die violette Färbung auf die Anhängsel des Kelches und, den Adern folgend, auf die Aussenseite der Kelchblätter übergegangen. Und ähnlich war das Farbenbild in der Blumenkrone. Fanden wir doch Blüthen, deren weissliche Oberblätter längs der Symmetrieebene und deren Mittel- und Unterblätter am Vorderrande deutlich violett gesäumt waren. Von 195 grossblumigen und von 125 kleinblumigen Stiefmütterchen hatten mehr oder weniger violett gefärbt:

148 bezw. 55 die Oberblätter,
141 „ 26 „ Mittelblätter und
106 „ 15 das Unterblatt.

Es waren bei

105 bezw. 18 die Oberblätter,
95 „ 17 „ Mittelblätter und
45 „ 9 das Unterblatt

über und über violett gefärbt.

Das Violett, wie diese Zahlen sagen, nimmt also in der Richtung der absteigend dachigen Kronenbedeckung ab.

Die hochgelbe Farbe des Saftmals erscheint unveränderlich und festgelegt, das Violett dagegen, obgleich bis zum Schwarzpurpur gesteigert, ist veränderlich und beweglich. Selbst der Mittelstrich macht davon keine Ausnahme; denn bei den grossblumigen Stiefmütterchen ist seine Länge verschieden, bei den kleinblumigen fehlt er zuweilen ganz. Die paarig angelegten Seitenstriche zeigen noch eine weitere Veränderung, indem sie hin und wieder einen oder zwei nach aussen laufende Aeste treiben. Ist die Strichzeichnung im Saftmal des Unterblattes vollständig, dann stehen auf jeder Seite des Mittelstriches bei der grossblumigen Abart je drei, bei der kleinblumigen je zwei Seitenstriche. Die in dieser Weise vollständig gezeichneten Blüthen betragen bei den kleinblüthigen 52, bei der grossblüthigen sogar 64 % der Gesammtzahl."

König sah, als er ein und dieselbe Blüthe Tag um Tag in ihrer Farbenentwicklung musterte, dass beide, der gelbe und violette Farbenton, bis zur Culmination der Blüthe immer lebhafter und grösser an Fläche wurden. Dasselbe ergab sich, als er Knospen und Blüthen ein und desselben Astes nach ihrer Altersfolge auf ihr Farbenbild untersuchte, ein Unternehmen, das er auf die grossblumige Form beschränkte. In den Knospen, die weniger als 7 mm lang waren, hatten alle Kronenblätter eine weissgelbe Farbe, die mehr oder weniger ins Grünliche hinüber spielte. Dem Unterblatte, was er noch besonders hervorhebt, fehlte zumeist das Saftmal. Von den Knospen, die acht und mehr mm massen, hatten die meisten gelblichweisse Kronenblätter; nur bei wenigen waren die Oberblätter violett angehaucht, bezw. violett gefärbt; das Saftmal war gelb, aber in der Zeichnung unfertig. Endlich zeigten die geöffneten Blüthen desselben Astes sehr verschiedene Farbenbilder, in denen sich jedoch deutlich das Gesetz wiederspiegelte, dass die ältesten Blüthen die violettesten waren.

Wie constant die Blüthenfarbe ist, geht auch aus folgenden Angaben von *G. Strobl* (1877, S. 223) hervor: „*Viola arvensis* Murr. Todaro fl. sic. exs. Nr. 399!, *tricolor* Rchb. D. H. 4517 a b!, *tricolor* var. *segetalis* Gr. God. I. 183. Eine in Sizilien ziemlich seltene Pflanze; Todaro gab sie von Valdemone aus, das Herb. Guss. besitzt sie aus Catania und Syrakus, das Herb. Tornabenses vom Aetna, ich sammelte sie zwischen Steingerölle bei 600 m in den Nebroden. Ihre Diagnose ist folgende: Annuell, aufrecht, ziemlich hoch, 0,5 bis 2 dm, ein- bis vielstengelig, besonders gegen oben stark kurzrauhhaarig, fast flaumig, etwas graugrün, Stengel jedoch ziemlich kahl und grün, die untersten Blüthen eiförmig, an der Basis abgerundet, sparsam grosskerbig, die oberen allmählich schmäler und länger, endlich langlanzettlich, entfernt kleingesägt-gekerbt, Nebenblätter handförmig, fiedertheilig mit schmal linearen, geraden Zipfeln und verlängertem, etwas breiterem, lanzettlichem Endzipfel; Blüthenstiele zart, sehr verlängert; Kelchblätter spitz, lang verschmälert dreieckig, von der Länge der Blüthen und Früchte; Blüthen gelbweiss oder (bisweilen auf derselben Pflanze) am Saume blau, Sporn 3 bis 4 mm lang, gelblich oder bläulich, dick, stumpf; die Kelchanhängsel deutlich überragend, Kapsel kahl, Klappen 6 bis 7 mm lang, 3 bis 4 mm breit, spitz; Samen licht gelbbraun, glänzend glatt, oval, 2 mm lang. — Lässt sich von deutschen Exemplaren nur durch stärkere Behaarung unterscheiden; französische Exemplare der *segetalis* Jord. (leg. Urgel) differiren ebenfalls durch schwächere Behaarung und auch durch schlankeren Habitus, wogegen *V. Zimbali* Jord. (Toulouse Urgel) selbst in diesen Beziehungen, sogar durch den manchmal blauen Sporn, vollständig mit der Pflanze Siziliens übereinstimmt, daher diese als *V. arvensis* var. *Zimbali* (Jord.) gelten mag."

Müller gibt (1881, S. 158) eine Beschreibung des Wechsels der Blüthenfarbe von *V. tricolor* var. *alpestris*, die ich hier mit anführe, ohne das, was sich in dieser Auseindersetzung Theoretisches, nicht hierher Gehöriges findet, auszulassen: „Noch schwerer fallen dafür die in den Alpen nicht selten vorkommenden Formen der *V. tricolor alpestris* ins Gewicht, deren Blumen im Laufe ihrer individuellen Entwickelung die Farbe wechseln, und von denen ich zwei, die ich am 16./6. 79 zwischen Bevers und Samaden eingesammelt und Tags darauf in Pontresina in ihren verschiedenen Entwickelungsstufen in nat. Grösse und Farbe abgebildet habe, hier etwas näher beschreiben will.

Bei der ersten (A) ist die Blume unmittelbar nach dem Aufblühen (A^1) etwa 16 bis 17 mm lang, 12 bis 13 mm breit und ausschliesslich mit drei verschiedenen Schattirungen von gelb gefärbt, die beiden oberen Blumenblätter nämlich weissgelb, die beiden seitlichen erheblich dunkler, etwa citrongelb, das unpaare untere noch dunkler, zwischen citron- und orangegelb; nur seine Basis ist innerhalb der als Saftmal dienenden schwarzen Strichelchen, dieses verstärkend orangegelb.

Im Verlauf des Blühens wachsen nun die Blumenblätter, während die drei unteren sich gleichzeitig etwas intensiver färben und die beiden oberen auf der ganzen Fläche einen äusserst schwachen, kaum bemerkbaren Anhauch von blau bekommen, bis die ganze Blume etwa 24 mm Länge und 19 mm Breite erreicht hat (A^2). Nur die Basis der beiden oberen Blumenblätter ist bis dahin deutlich bläulich geworden. Während nun die ausgewachsene Blüthe älter wird und ihre Blumenblätter ein wenig weiter auseinander treten lässt, stellt sich dieselbe bläuliche Farbe auch am Rande der beiden oberen Blumenblätter ein, dehnt sich von da beiderseits abwärts aus und vertheilt sich in verwaschener Weise zwischen das Weissgelb der ganzen Fläche (A^3). Die intensiv gelbe Farbe des unteren Blumenblattes bleibt während dieser Zeit dieselbe, während die der beiden seitlichen vom Rande her etwas verblasst.

Die an demselben Standorte gefundene zweite Form (B) scheint danach einer weiter fortgeschrittenen Ausbildungsstufe anzugehören als die eben beschriebene (A). Denn kurz nach dem Aufblühen gleichen ihre Blüthen (B^1) ganz den eben aufgeblüthen A^1; aber ehe sie noch die Grösse von A^2 erlangt haben, sind sie schon bei der Färbung von A^3 angelangt (B^2), ja sogar insofern schon etwas über dieselben hinaus, als das Gelb der mittleren Blumenblätter von den Rändern her weiter einwärts verblasst ist. Als weiter fortgeschrittene Entwickelungsstufe kennzeichnet sich die Form B noch dadurch, dass ihre Blumen eine bedeutende Grösse erreichen. Schon ehe sie völlig ausgewachsen sind (B^3), haben sie 24 mm Länge und 19 mm Breite erreicht. In ihrer Färbung sind sie dann über A^3 schon bedeutend hinausgegangen. Auf ihren beiden oberen Blumenblättern ist das Weissgelb durch das Blau schon fast völlig verdrängt, bis auf eine kleine Stelle an der Basis, und auf dem blassgelb gewordenen Randtheile der mittleren Blumenblätter hat sich vom Rande her ebenfalls die blaue Farbe deutlich sichtbar eingestellt. Auf ihrer letzteren Entwicklungsstufe (B^4) besitzt diese Form intensiv violettblaue obere Blumenblätter und auf ihren mittleren Blumenblättern ist der verblasste Randtheil von einem zwar nicht ganz so intensiven, aber doch sehr entschiedenen Violettblau eingenommen."

8. **Die Staubblätter.** Die fünf Staubblätter alterniren mit den Blumenblättern und neigen sich nach dem Stempel zu. Sie hängen mit ihren gewimperten Rändern locker zusammen. Zwei sind mit spornartigen Nectardrüsen versehen, welche in die Röhre des vorderen Kronenblattes hineinreichen (diese sind schon von *Sprengel*, 1797, S. 386, beschrieben worden). Der Sporn ist 1 bis $1^1/_2$ mm lang, seine Form ist cylindrisch und am unteren Theile etwas gebogen; er entspringt aus der Mitte des Connectivs zwischen den beiden Antherenhälften (siehe auch *Behrens*, 1879, S. 239, Taf. II, Fig. 11). Nach dem Verstäuben reissen die Staubblätter an der Basis ab und werden von dem wachsenden Fruchtknoten hochgehoben.

Das Filament der Staubblätter ist kurz und breit und ungefähr 260 μ lang. Es setzt sich in ein schmales Connectiv (Fig. 57, Taf. V) fort, welches oben sich in ein lappenförmiges Anhängsel verbreitert. Die Antheren sind ungefähr 1 mm lang, besitzen einen Durchmesser von 3 bis 4 mm und sind introrѕ.

Das Anhängsel ist 6 bis 7 mm lang, dreieckig, trockenhäutig und tief orangegelb. Das Anhängsel an den gespornten Staubblättern ist am äussersten Rande behaart.

Das gelbe Anhängsel besteht an der Spitze nur aus zwei Epidermen. Von der Fläche gesehen ist die Epidermis aus 4-seitigen und länglichen Zellen gebildet, deren Wände mit einer gelben Substanz gefärbt und unlöslich in concentrirter Schwefelsäure sind. An der ausgebreiteten Basis des Anhängsels, da wo dasselbe meist farblos ist, sind die Seitenwände der Epidermiszellen

etwas wellenförmig gebogen. Die Grösse der Epidermiszellen des Anhängsels schwankt zwischen 44 bis 66 μ in der Länge und 15 bis 18 μ in der Breite. Das Mesophyll des mittleren Theiles des Anhängsels besteht aus einer oder einigen Schichten etwas langgestreckter Zellen. Im mittleren Theile, da wo die Epidermiszellen farblos sind, besitzen die länglichen Mesophyllzellen, knollig verdickte Leisten von 2 bis 3 μ Dicke (Fig. 62, Taf. V). Die verschieden grossen Epidermiszellen der *Antherenhälften* besitzen stark gebogene Seitenwände (Fig. 59, Taf. V). Wo die Antherenhälften miteinander zusammenhängen, findet man einzellige, dünne cuticularisirte Haare von ungefähr 75 μ Länge, die eine hakenartige Spitze besitzen, mit welcher sie sich ineinander haken (Fig. 58, Taf. V).

Unter der Epidermis in der oberen Hälfte der Antheren liegt ein Endothelium aus Faserzellen. Dieselben sind, von der Fläche gesehen, 5- bis 6-seitig, prismatisch und besitzen an jeder Kante 1 bis 2 hervorragende Centripetalleisten, die im Querschnitt mehr oder weniger cylindrisch sind, von der Hinterwand nach der Vorderwand laufen und dort endigen. In dem unteren Theile dagegen sind die Zellen an der inneren Fläche 4-seitig, prismatisch und nicht mit Leisten versehen. Das Connectiv besteht aus einem inneren Leitbündel, das 3 bis 10 Spiraltracheen besitzt, und dessen Gestalt und Gewebe dem schon bei den Kelch- und bei den Kronenblättern besprochenen Leitbündel ähnelt. Um das Bündel herum liegen 2 bis 4 Reihen fast isodiametrischer Parenchymzellen, die bisweilen kleine rosettenförmige Krystalldrusen von Kalkoxalat enthalten.

Die zwei gespornten Staubblätter unterscheiden sich von den drei anderen dadurch, dass sie an der äusseren Seite viele einzellige Haare tragen; diese schlauchförmigen Haare (Fig. 60, Taf. V) sind einzellig, ihre Länge variirt bei *arvensis* zwischen 50 bis 75 μ; bei *vulgaris* sind sie ungefähr 88 μ lang. Den Sporn dieser beiden vorderen Staubblätter kann man als Nektardrüse betrachten. Die Epidermiszellen des oberen Theiles desselben sind langgestreckt und zeigen deutliche langgestreckte Cuticularleisten. An der unteren Hälfte des Spornes sind sie mit horizontalstehenden Papillen versehen, die eine ähnliche Cuticula besitzen, wie die Epidermiszellen. Das übrige Gewebe des Sporns besteht aus langgestreckten, dünnwandigen Zellen mit meist schrägen Querwänden. *Wilhelm J. Behrens* (1879, S. 239) beschreibt das Gewebe des Nektariums von *V. canina* und *V. odorata* folgendermaassen: „Das Gewebe des Nektariums besteht, wie in fast allen Fällen, aus einem polyedrischen, unregelmässigen Parenchym, die Wände der 4- bis 6-eckigen Zellen sind gerade, vollständig zart und ohne irgend welche Verdickungsschichten. Hiervon kann man sich am besten überzeugen durch Anwendung von concentrirter Chlorzinkjodlösung. Alsdann werden die einzelnen Parenchymzellen voneinander getrennt, sie nehmen eine rundliche Gestalt an, indem grosse dreieckige Räume zwischen ihnen sichtbar werden. Die Wände quellen auf und färben sich rein blau, ein Zeichen, dass sie aus Cellulose oder einem dieser ähnlichen Stoffe bestehen.

Das Metaplasma ist sehr zartkörnig, fast farblos, flüssig und erfüllt die ganze Zelle ziemlich gleichmässig. Grosse Zellkerne sind in ihm in beinahe allen Zellen eingebettet. Mit Chlorzinkjod oder Jodlösung bleibt es nahezu vollständig ungefärbt, es können also nur sehr geringe Spuren von Proteïnsubstanzen in ihm vorkommen. In absolutem Alkohol zeigen sich alsbald die mehrfach erwähnten runden Bläschen flüssiger Amyloïde in sehr grosser Menge.

Die rechteckig-gestreckten, tafelförmigen Epidermiszellen tragen meist kurz-conische, hohle Papillen. Erstere wie letztere sind mit einer stark entwickelten Cuticula bedeckt, welche zumal auf den Höckern mit erhabenen, unregelmässig hin und her gewundenen Leisten versehen ist. Diese färben sich nach Jodeinwirkung tief dunkelbraun. *Jürgens* (1873, S. 78) gibt an, dass bei *Viola* die Epidermis den Nektar secernire, deren Zellen zum Theil papillös vorspringen, und auf welchem bei Saftdurchtritt die Cuticula zu kleinen Bläschen aufgetrieben und zersprengt wird. Ich erwähne hierzu, dass ich bei Nektarien jener Pflanze, die sich im Hauptstadium der Secretion befanden, diesen Vorgang nicht habe beobachten können, es war mir jedoch auch nicht möglich, irgend welche andere Secretionsorgane zu entdecken. Man könnte wohl die Hypothese aufstellen,

dass der Saft durch die dünnen Stellen der Epidermishöcker hindurch diffundirt; allein es dürfte gerathener sein, diese Frage einstweilen offen zu lassen."

Die Pollenkörner. Im trockenen Zustande sind die schwach gelblichen Pollenkörner meist kurz stabförmig. Der Querschnitt des Stabes ist ungefähr quadratisch oder fünfeckig, an jeder Kante liegt je eine Längsspalte. In Wasser werden sie rundlich, sind dabei von der einen Seitenfläche zusammengedrückt und von der Fläche gesehen 4- bis 5-eckig. In den Ecken liegen dann die spaltenförmigen, verdünnten Stellen der Exine. In der Mitte der Faltenstellen treten die Pollenschläuche aus.

Die gelbliche, glatte Exine ist auf der Fläche der Faltenstellen viel dünner und am Rande der spaltenförmigen Faltenstellen etwas verdickt. Die Intine ist farblos und fast gleichmässig dick, nur an der Austrittsstelle ist sie etwas dicker und bildet dort, in Wasser betrachtet, eine ungefähr halbkugelige Anschwellung. Innerhalb der Intine liegt ein stärkereicher Protoplast. Der Durchmesser der Pollenkörner von *arvensis* beträgt 56 bis 72 μ.

9. Der Stempel. Der oberständige Stempel ist ungefähr 3 bis 4 mm lang. Der *Fruchtknoten* ist fast kugelrund, $1^1/_4$ mm lang und $1^1/_4$ mm breit, dunkelgrün, einfächrig und im Querschnitt sechsseitig. An jeder der drei parietalen Placenten entstehen die Samenknospen in 5 bis 6 Reihen, zu je 3 bis 4 Samenknospen. Der *Griffel* ist ungefähr 1 mm lang, grünlich, am Grunde dünn, gegen das vordere Kronenblatt zu gebogen, dann sich wieder aufrichtend, und sich nach oben zu einem $^1/_2$ mm langen, $^3/_4$ mm breiten Narbenkopf verdickend. Er ragt kaum über die Staubbeutel hervor und ist bleibend. Der *Narbenkopf* ist von der Seite gesehen rundlich, von vorn gesehen viereckig. An der vorderen Seite besitzt er eine Mündung (*m*, Fig. 66 u. 67, Taf. V), die einen Durchmesser von ungefähr 7 μ hat. Bei *vulgaris* (Fig. 67) ist der untere Rand dieser Mündung mit einem grösseren Läppchen (*l*) versehen. Bei *arvensis* (Fig. 66) dagegen ist diese Lippe viel kleiner und die Mündung liegt mehr nach unten, also nach dem vorderen Kronenblatt zu.

Die Nervatur des Stempels (Fig. 69, Taf. V) ist die folgende:

An der Insertionsstelle einer jeden der drei späteren Klappen treten fünf Leitbündel ein. Von diesen laufen durch die Mitte der zukünftigen Klappe drei (*pl*) bis unterhalb der Spitze und senden während dieses Verlaufes durch die Placenta in jede Samenknospe einen Zweig hinein. Die anderen zwei Nerven laufen frei, parallel mit jedem Klappenrande, bis fast zur Spitze, und bilden dann Schlingen, welche die Enden der ausserhalb der Placenta liegenden Leitbündel (*l*) vereinigen. Ferner läuft in der Mediane des Fruchtblattes, welches vorn liegt, noch ein Bündel, das frei durch das Fruchtblatt zieht und nur durch kleine Anastomosen mit einem der Hauptnerven in dem Carpellrande verbunden ist. Dieses Bündel läuft dann weiter durch die vordere Seite des Griffels und theilt sich dann am unteren Theile des Narbenkopfes in zwei Zweige, von denen jeder fast bis zur Hälfte der Länge des Narbenkopfes läuft. Wenn die Klappen in der Frucht ausgebildet sind, bleibt der Griffelrest an der rechten hinteren Klappe sitzen, die Trennung erfolgt links von dem Leitbündel des vorderen Carpells.

An dem oberen Theil des Narbenkopfes sind die Epidermiszellen von der Fläche gesehen 5- bis 6-seitig, prismatisch und im Querschnitt 4-seitig. Ihre äussere Wand ist zu einer dickwandigen, conischen Papille von 73 μ Länge geworden. Nach dem Griffel zu werden die Papillen kürzer. Von der Seite gesehen zeigt der mittlere Theil des Narbenkopfes an jeder Seite einen Höcker, der mit noch grösseren einzelligen Haaren versehen ist; dieselben sind ungefähr 70 bis 160 μ lang; ihre Spitze ist lanzettförmig; ihre Wände sind etwas dünner; an der Hinterseite der Höcker sind sie relativ kurz und stumpf. An der Unterseite des Narbenkopfes (bei *n*, Fig. 66) sind die Epidermiszellen flach; ihre Cuticula ist dort mit kräftigen, wellig gebogenen Leisten versehen. Die Lippe (*e*) des Narbenkopfes besteht nur aus Zellen der äusseren Epidermis, welche in der Mitte der Lippe zu mehreren übereinander liegend, sich lang gestreckt haben und oben zu *relativ* kurzen freien Papillen verlängert sind.

Unter den Epidermiszellen des Narbenkopfes kommen 3 bis 4 Reihen fast isodiametrischer embryonaler Zellen vor, zwischen welchen grosse Intercellularräume liegen. An diese Zellen grenzt nach innen das Narbenepithel. Die Zellen dieser Schicht sind im Querschnitt des Narbenkopfes länglich, ihre Radialwände etwa 35 μ, ihre Tangentialwände etwa 12,6 μ lang. Im Längsschnitt des Narbenkopfes sind sie 35 μ lang. Sie besitzen eine schwache Cuticula und Cellulosewände. Die Zellen des Führgewebes des Griffels, die sich direct an das Narbenepithel ansetzen, sind ähnlich gebaut, wie die besprochenen Zellen. Im Fruchtknoten werden sie allmählich kürzer und finden sich auf den Placenten und den Samenknospenstielen, während die übrigen Wandtheile des Fruchtknotens nicht davon bedeckt sind. Die innere Höhlung des Narbenkopfes ist fast kugelförmig, besitzt an seiner breitesten Stelle einen Durchmesser von 7 μ und geht nach unten allmählich in den Kanal des Griffels über, dessen Wände sich an keiner Stelle berühren. Die Höhlung enthält immer eine klebrige Masse, welche die Pollenkörner eventuell umgibt. Der *Griffel* ist im Querschnitt ungefähr elliptisch. Die Epidermiszellen sind im Querschnitt vierseitig prismatisch, von der Fläche gesehen langgestreckt und besitzen wellenförmig gebogene Wände. Unter der Epidermis liegen 3 bis 5 Reihen parenchymatischer Zellen, die im Querschnitt fast isodiametrisch und im Längsschnitt 3—4 mal so lang sind als im Querschnitt; an der Innenseite dieser Parenchymzellen liegt das schon besprochene Führgewebe. Das an der vorderen Seite zwischen den parenchymatischen Zellen liegende Leitbündel besteht aus 6 bis 10 Tracheen und einigen Siebröhren. Der Kanal der Narbe besitzt im Querschnitt eine elliptische Gestalt, und sein Durchmesser beträgt im oberen Theile 257 : 125 μ, im unteren Theile 170 : 94 μ. Die Epidermiszellen des Fruchtknotens sind im Querschnitt vierseitig prismatisch, dünnwandig, und von einer dünnen Cuticula überzogen. Von der Fläche gesehen sind sie langgestreckt und besitzen ähnliche Leisten wie die Zellen der Blattepidermis; ihre Grösse schwankt zwischen 31 : 75 μ und 25 : 200 μ. Ihre Wände sind gerade und stossen mit schrägstehenden Querwänden aneinander. Ihre Seitenwände sind einfach getüpfelt. Am oberen Theile des Fruchtknotens sind die Epidermiszellen mit kurzen conischen Papillen versehen, die ähnlich wie die schon besprochenen des Narbenkopfes gebaut sind. Unter den Epidermiszellen liegt eine Reihe etwas langgestreckter, parenchymatischer, embryonaler Zellen, die oft einen blau gefärbten Zellsaft enthalten. An diese Zellen grenzen 1 bis 4 Reihen fast isodiametrischer Zellen, die reichliche Chloroplasten und Krystalle von Kalkoxalat enthalten. Diese Krystalle findet man am häufigsten in den Placenten, und ihre Grösse beträgt 8 bis 10 μ. Die Leitbündel besitzen meistens nur 1 bis 2 Spiraltracheen. Wo die Carpellränder zusammenstossen, sind die Placenten ausgebildet. *Franz Huisgen* (1873) hat die Entwickelung der Placenten von *Viola tricolor* untersucht. Ich gebe den ganzen Text an und gehe auf seine Ansichten nicht ein.

Er sagt: „Nach der Analogie des fünfblätterigen Kelches und der Blumenkrone, sowie der fünf Staubgefässe erhebt sich bei *Viola tricolor* der Fruchtknoten als ein geschlossener, kreisförmiger Wall, ohne dass die späteren drei Fruchtblätter einzeln und selbständig angelegt worden wären, ja, ohne dass sie auch nur durch besondere Erhöhungen dieses Kreiswalles angedeutet sind. Dieser Fruchtblattkreis nimmt jedoch sehr bald eine dreieckige Gestalt an, und zwar in der Weise, dass die Mitte der Seiten dieses Dreieckes etwas verdickt erscheinen. Diese Verdickungsstellen sind eben die Placenten, aus denen dann ohne Weiteres die ersten analogen der Samenknospen entstehen. Die Placenten verlaufen von unten nach oben hin, d. h. die Verdickung in der Mitte der Fruchtblätter ist an dem Grunde des Fruchtkotens am stärksten und nimmt nach oben hin ab. Das Erscheinen der Samenknospen erfolgt in derselben Weise, sodass die ältesten derselben sich an der Basis der Fruchtblätter befinden, während die jüngeren, später entstandenen allmählich den Gipfel erreichen. Nach der Anlage der Samenknospen, die beinahe auf der ganzen Seite des Fruchtblattes erfolgt, wachsen nun die Ecken des Fruchtknotens stärker, sodass die Samenknospen später nur einen geringen Theil der eigentlichen Carpelle einnehmen. Die Anschwellung der Fruchtblätter, die anfangs allerdings am stärksten auf ihrer Mitte stattfand, sich aber doch über das

ganze Fruchtblatt erstreckte, sodass nur die Ecken des Fruchtknotens davon ausgenommen waren, dauert noch längere Zeit hindurch fort, beschränkt sich jedoch auch immer mehr auf den Theil, an welchem die Samenknospen sitzen. *Die Placenten sind demnach hier directe Producte der Mitte der Fruchtblätter, Auswucherungen* derselben, wenn man nicht die Annahme machen will, die Ecken des Fruchtknotens als die eigentlichen Carpelle und die verdickten Stellen als die verwachsenen Ränder derselben zu betrachten. Diese Annahme würde zwar nicht in directem Widerspruche mit der Entwickelungsgeschichte stehen, da das einheitliche Erheben des Kreises diese Deutung am Ende gestattet, doch ist sie wohl etwas gezwungen, sowohl in Bezug auf das spätere Verhalten des Fruchtknotens, als auch deshalb, weil das Procambium darum in den Rändern der Fruchtblätter eher entstehen würde, als in deren Mitte. Die Annahme *Schleiden*'s, dass in einem solchen Falle die Blüthenachse sich verästelt und mit den Rändern der Fruchtblätter verwächst, geräth dann auch mit der Deutung des Fruchtknotens in Widerspruch. Es müsste sich dieses aber doch auch in der allerersten Entwickelung nachweisen lassen, und ist an die Möglichkeit dieses Nachweises nicht zu denken."

Ich mache auf die Angaben von *Warming* (1878, S. 205) über die Samenknospe von *Viola* aufmerksam und setze die vorzügliche Beschreibung der Samenknospen und die Abbildung derselben nach *Kny* (1876, S. 55) wörtlich hierher, da ich derselben nichts hinzuzufügen habe: „Die Samenknospe von *Viola tricolor* (Fig. 56) darf in allen wesentlichen Punkten der Form und des Baues für die Mehrzahl der angiospermen Phanerogamen als typisch gelten. Sie ist anatrop und mit zwei Integumenten ausgestattet. Das innere Integument entspringt da, wo der Funiculus an der Umwandlungstelle sich zum ovalen Kern erweitert. Seitlich schmiegt es sich dem Knospenkern eng an und reicht bis zu dessen Scheitel; nur oberhalb der Kernwarze (*K—W*) bleibt ein schmaler Zugang, die Mikropyle frei. Das äussere Integument ist an der dem Funiculus zugekehrten Seite nur unvollkommen entwickelt und hoch oben an demselben eingefügt; an der freien Seite des Knospenkernes dagegen deckt es das innere Integument seiner ganzen Länge nach. Seine apicale Mündung trifft der Regel nach nicht genau mit derjenigen des inneren Integumentes zusammen, sondern ist um ein Geringes gegen den Funiculus verschoben, wodurch dem Pollenschlauch der Zutritt zur Kernwarze oft sehr erschwert wird.

Charakteristisch für die Samenknospe von *Viola tricolor* ist die Verdickung des Funiculus dicht unter dessen Ursprungsstelle. Diese Gewebewucherung, welche auf dem Längsschnitte eine sehr zierliche fächerförmige Anordnung ihrer Zellen zeigt, setzt sich beiderseits in den Rand des äusseren Integuments fort, welcher den Zugang zur Mikropyle umfasst. Das äussere Zellengewebe besteht fast in seiner gesammten Ausdehnung aus drei Lagen von Zellen. In radialer und tangentialer Richtung zeigen dieselben in dem auf unserer Tafel (Fig. 71, Taf. V) dargestellten Entwickelungszustände nicht merklich verschiedene Dimensionen; dagegen fand ich die Zellen der innersten Schicht beträchtlich kürzer, als die der äusseren und diese wieder um ein Gewisses kürzer, als die der mittleren. Am oberen, die Mikropyle umfassenden Rande steigert sich die Zahl der Schichten gewöhnlich bis auf 4 bis 5. Im Funiculus, der mit der ihm zugekehrten Seite des äusseren Integumentes der Länge nach verwachsen erscheint, verläuft von der Placenta bis unter den Knospenkern ein aus wenigen Spiralgefässen und einigen sie umgebenden zartwandigen, langgestreckten Bastelementen bestehendes Leitbündel. Das sich erweiternde Ende desselben ist von einem lufthaltigen Parenchym umgeben, welches einerseits mit dem lufthaltigen Gewebe des Leitbündels, andererseits durch mehrere am unteren Ende der Samenknospe regellos vertheilte Spaltöffnungen mit der Luft der Fruchtknotenhöhle communicirt. Das Vorkommen von Spaltöffnungen in der Samenknospe von *Viola tricolor* (ich zählte deren bis 10 und mehr) ist deshalb nicht ganz ohne Interesse, weil in der Litteratur nur wenige analoge Fälle verzeichnet sind. Von *Schleiden* wurden Spaltöffnungen an den Samen von *Canna maculata C. patens* und *Nelumbium speciosum*, von *Hartig* solche an unreifen Samen der Tulpe entdeckt. Weitere Fälle scheinen bisher nicht beobachtet

worden zu sein. Auch das innere Integument ist, abgesehen von seinem obersten, die Mikropyle umfassenden Theile, aus drei Schichten aufgebaut. Die Zellen der äussersten Schicht sind schmal und lang, die der mittleren niedrig, aber in radialer Richtung um ein Geringes, in tangentialer Richtung stark verbreitert, die der innersten niedrig und dabei schmal. Der Knospenkern ist aus Zellen aufgebaut, deren Form und Grösse im Laufe der Entwickelung sich beträchtlich ändern. Unter allen tritt der Embryosack durch mächtigen Umfang hervor. In jungen Samenknospen von ovaler Gestalt wächst er in allen Theilen, besonders stark aber am unteren Ende heran und verbreitert sich hier, wie unsere Tafel dies zeigt. Da das dicht unter ihnen liegende kleinzellige Gewebe seiner Ausdehnung in der Längsrichtung des Knospenkernes Widerstand entgegensetzt, greift er später seitlich über dasselbe herab (vgl. die Fig. 400 A in *Sachs'* Lehrbuch der Bot., IV. Aufl., S. 563, welche einen etwas späteren Zustand als unsere Figur darstellt). Die ihm hier angrenzenden Zellen des Knospenkernes verlängern sich dabei beträchtlich, das Gewebe der Kernwarze, welcher die Verbindung zwischen ihm und der Mikropyle herstellt, bleibt aber kleinzellig.

Unsere Figur zeigt den Pollenschlauch, wie er seinen Weg durch die Mikropyle genommen, die Kernwarze durchsetzt und sich am oberen Ende des Embryosacks angelegt hat. Zwischen äusserem und innerem Integument entsendet er nach rechts eine kurze blinde Auszweigung, wie ich diese bei *Viola tricolor* mehrfach beobachtet habe. In der von mir dargestellten Samenknospe war die Befruchtung schon vollzogen. Von den zwei Keimbläschen, welche im oberen Ende des Embryosackes der Membran anlagen, ist nur das eine zur wenigzelligen, auf kurzem Träger befestigten Embryo-Anlage herangewachsen, während das zweite, unbefruchtet gebliebene kaum noch kenntlich ist. Gegenfüsslerzellen liessen sich in dem dargestellten Zustande nicht nachweisen; ebensowenig konnte das Vorhandensein des primären Zellkernes im Embryosacke constatirt werden. Dafür hatten sich im plasmatischen Wandbelag nur zahlreiche secundäre Zellkerne, ebensoviele Endospermzellen gebildet, die in seitlicher Profilansicht eine deutliche Abplattung zeigten. In einzelnen waren schon zwei Zellkerne vorhanden: ein Anzeichen beginnender Theilung."

Aufmerksam will ich hier noch auf die Arbeit von *M. Westermaier* (1892, S. 24) machen. In dieser Arbeit hat *Westermaier* sich mit *Viola tricolor* beschäftigt, zum genaueren Studium der sogenannten Antipoden im Embryosack phanerogamer Pflanzen. Seine Beobachtung bei *Viola* lässt er nicht zu einem befriedigenden Abschluss gedeihen, jedoch wirft er die Frage für die zukünftige Forschung auf, ob nicht *Viola* ein Vertreter einer besonderen Kategorie im Bereiche jener Erscheinungen ist, welche die fötale Entwickelungsperiode des Angiospermen-Embryo begleiten. Er schreibt: „Die Bekleidung der Embryosack-Innenwand mit Endospermzellkernen ist schon vorhanden, wenn der Embryo erst aus einigen Zellen besteht und der betreffende Fruchtknoten noch nicht mit den Blumenblättern umhüllt ist. Der Knospenkern besitzt eine Wandung von ungefähr sechs Lagen grösserer Zellen, die Membran des Embryosacks zeigte sich als nicht cuticularisirt. Es kann hiernach von allen Seiten das Nährmaterial aus dem Knospenkern in den Embryosack treten. Trotzdem zieht auch hier das untere Ende des Embryosacks die Aufmerksamkeit des Beobachters auf sich. Vielleicht dient die Zufuhr von unten zur Bildung des späteren inneren Endospermgewebes, während die frühzeitig auftretende Tapete sich auf Kosten allseitig zuströmenden Materials entwickelt. Gehen wir nämlich zur Betrachtung der genannten Stelle über, so findet sich im unteren Embryosackende, wenn die Wände des Sackes mit Endospermzellen belegt sind, eine schleimige Masse, die sich hauptsächlich als aus zahlreichen Zellkernen zusammengestellt erweist.

Ausserhalb des Embryosacks, an seinem unteren Ende, liegt ein eigenthümliches, aus Zellen gebildetes Schüsselchen, das den Embryosack zu tragen scheint. Die Zellwände dieses Näpfchens zeichnen sich durch charakteristische Lichtbrechung aus, erscheinen schwärzlich. Unterhalb derselben und in ihrer Umgebung kommen nun im jüngeren Stadium regelmässig Stärkekörner in sichtlicher Quantität in dem Gewebe vor. Sehr entwickelte Zustände (mit Endosperm) lassen auf

einen Verbrauch dieser Stärke schliessen. Die Frage, in welch näherer Beziehung die schwärzlichen Zellen des Schüsselchens zum Embryosacke und seinem Inhalte stehen, habe ich wohl verfolgt, verzichte aber gegenwärtig auf eine Lösung derselben. Darüber will ich mich noch aussprechen, dass das genannte Schüsselchen jedenfalls in der Mitte aus zwei Zelllagen besteht und im Durchmesser etwa zehn Zellen aufweist. Die obere, dem Embryosack zunächst liegende Zellschicht dieses Gewebes nun scheint — was zu beobachten Schwierigkeiten macht — in gewissen Wänden gallertartig und sehr quellbar zu sein."

10. Die Entwickelungsgeschichte der Blüthe von *arvensis* und *vulgaris* stimmt, so weit ich aus meinen Untersuchungen ersehe, mit den Angaben von *J. B. Payer* (1857, S. 177, Taf. 37) für *Viola altaica* überein. Die Vorblätter werden zuerst gebildet und umgeben die junge Blüthenknospe. Die Kelchblätter entwickeln sich successiv und nach einer $^2/_5$-Spirale. Die Kronenblätter, wie auch nachher das Androeceum entstehen simultan. Nach dem Bau des Androeceums erscheint das Receptaculum im Centrum als ein kreisförmiges Becken. Der Rand dieses Beckens erhebt sich bald unter der Insertionsstelle des Androeceums, wächst sehr rasch und bildet einen halbkugeligen Fruchtknoten, in welchem die einzelnen Fruchtblätter nicht unterschieden werden können. Der obere Theil des Fruchtknotens verlängert sich zu einem Griffel, welcher an seiner Spitze zu einer Narbe ausgebreitet ist. An der inneren Seite des Fruchtknotens entstehen die Placenten als drei Wülste, welche von der Basis und durch den Griffel gehen. Die Samenknospen entstehen als Höcker an der Basis der Placenta, sie stehen meist horizontal, nur etwas schräg auf der Placenta und richten sofort ihre Mikropyle hoch.

IX. Die Frucht.

Die Frucht ist eine dreiklappige Kapsel, die stumpf elliptisch und einfächrig ist, eine Länge von 5 bis 8 mm und eine Breite von 3 bis 5 mm besitzt. Die Kapsel wird von dem bleibenden Kelch unterstützt und von dem vertrockneten Griffel und Narbenkopf gekrönt. An ihrer Aussenfläche hat sie sechs Längsleisten, von welchen drei, nämlich die, welche über der Placenta liegen, grün und rundlich sind, während die dazwischen liegenden, die Dehiscenzlinien enthaltenden, mehr scharfkantig und gelb sind. Nach der Reife der Samen springen die Früchte mit drei Klappen auf, und dadurch, dass sich jede Klappe um ihre Mittellinie stärker zusammenklappt, werden die Samen mehrere Schritte weit hinausgeschleudert. Die Klappen der Kapsel haben eine kahnförmige Gestalt, werden nach dem Aufspringen trocken lederartig, und legen ihre Innenseite fest aneinander, zugleich sich etwas rückwärts krümmend. Die obere rechte Klappe trägt den Griffel. Die trockenen Schleuderfrüchte von *Viola* sind schon von *L. C. Treviranus* untersucht worden (Pflanzenphysiologie, 1835, II., S. 3—10). *J. Hildebrand* (1873—74, S. 246) hat den Schleudermechanismus von *Viola multifida* beschrieben. Er sagt: „Bei einer ganzen Reihe von Veilchenarten, z. B. bei *Viola Jovi, multifida, dentata* etc. findet ein eigenthümliches Fortschnellen des Samens statt, welches Verhältniss schon *Treviranus* ziemlich eingehend beschrieben hat. Zur Zeit, wo die Kapsel heranreift, ist hier der Stiel derselben an seiner Spitze umgebogen, sodass die Kapsel ähnlich wie die Frucht von *Memordica Elaterium* mit ihrer Spitze dem Boden zugekehrt ist; wenn der Zeitpunkt herannaht, wo die Kapsel sich öffnen wird, so richtet sich der Stiel gerade aufwärts, und die früher zwischen dem Laubwerk verborgene Kapsel steht nun aufrecht über dasselbe erhoben. Kurze Zeit nach diesem Aufrichten treten dann, von oben beginnend, an der Kapsel die drei Längsrisse auf, und die drei so entstandenen kahnartigen Klappen, welche sich nunmehr horizontal ausbreitet, tragen in ihrer Höhlung die Samen, jede in drei Längsreihen, welche Samen der in der Mitte der Klappe verlaufenden Placenta noch fest ansitzen. Nun tritt allmählich eine derartige Eintrocknung der Kapselklappen ein, dass die Ränder derselben sich nach oben gegeneinander hin bewegen, in Folge

wovon der Raum im Kahn immer enger und enger wird, bis endlich durch den zu starken Druck die Samen einer der drei Reihen hervorgeschleudert werden, was auch noch durch ihre glatte, glittschende Oberfläche besonders begünstigt wird; dann folgt die zweite Reihe und schliesslich die letzte, worauf die beiden Klappenränder sich eng aneinanderlegen."

Karl Steinbrinck hat die anatomischen Ursachen des Aufspringens der Früchte von *V. tricolor* besonders untersucht. Ich füge die Beschreibung, welche *Steinbrinck* gibt, hier ein, füge aber noch zwei von mir gezeichnete Abbildungen (Fig. 72 u. 73) hinzu, auf welche ich besonders hinweise. „Die Kapsel von *Viola tricolor* L. springt mit drei Klappen auf; in der Mitte einer jeden sitzt die Placenta. Dort ist die Klappe am dicksten, nach den Seiten verschmälert sie sich und wird an den Rissstellen sehr dünn. Ist das Aufspringen eben erst erfolgt, so sieht man bloss die Einwärtskrümmung einer jeden Klappe in der Längsrichtung bedeutend vermindert. Bei längerem Austrocknen schlägt sich dieselbe in der Quere einwärts zusammen, sodass ihre beiden dünneren Flügel sich mit den Innenseiten berühren. Zu gleicher Zeit mit dieser Quercontraction schreitet auch die senkrechte Auswärtskrümmung voran, mit der ein Herabkrümmen der ganzen Klappe verbunden ist, sodass sie jetzt vielleicht in einem Winkel von 45° nach unten zeigt.

In der ausgewachsenen Kapsel findet sich nur eine dünne Chlorophyllparenchymschicht unter der Aussen-Epidermis von unbedeutenden kleinen Zellen.

Auf diese folgt nach Innen eine Schicht von 2 bis 3 Lagen stark verdickter, bastfaserähnlicher, quertangential gestreckter Zellen. Sie ähneln sehr den Hartzellen der Hülsen, sind aber kaum verholzt und stärker quellbar. In den dünnen Seitentheilen (den Flügeln) verbreitet sich diese Lage etwas. Zugleich sind diese Zellen hier anfangs noch quer gelegt, werden aber dann senkrecht gestellt und gehen so bis an die Rissstelle.

Unter dieser Lage folgt im Mitteltheil eine andere von quer radial gestreckten, porösen, doch wenig verdickten und wenig quellbaren, fast rein verholzten Zellen. Sie ist etwa 4 bis 5 Zelllagen dick und nimmt den grössten Theil der Wanddicke ein. Da die meisten der Zellen der innersten Lage an der Placenta ansitzen, die nur einen schmalen Streifen auf der Mitte der Klappe bildet, so verlaufen ihre Radialreihen nach der Seite hin im starken Bogen, in der Mitte gerade. Auch sie ziehen eine Strecke weit in die Flügel hinein, doch ohne ihre Richtung zu ändern. Die Placenta ist von mehreren schwachen Gefässbündeln durchzogen, das ganze übrige Gewebe besteht aus Collenchymzellen von sehr weicher Substanz, die in Wasser nach dem Austrocknen sehr rasch wieder aufquillt. Sie sind lang senkrecht gestreckt. Auf der Grenze zwischen ihnen und den Radialzellen stehen mehrere Reihen senkrecht gestreckter verholzter Zellen, die innere Wand der innersten ist jedoch ebenfalls schon schleimig verdickt. Die Innenepidermis ist an den Flügeln verholzt und quergelegt, parallel deren Fläche auf der Placenta sind ihre Zellen aber ebenfalls collenchymatisch und senkrecht verlängert. Doch auch an den Flügeln sind sie nicht durchweg quer verlängert; denn an ihrer freien Kante, d. h. in der geschlossenen Kapsel an der Rissstelle, sind sie wieder senkrecht gestreckt. Im unteren Theile der Kapsel verliert sich die scharfe Trennung zwischen den Radial- und Tangentialzellen; beide sind hier mehr rundlich und weniger verdickt. In Wasser nehmen ganz ausgetrocknete Früchte rasch die geschlossene Form wieder an. Querschnitte zusammengefalteter Klappen thun sich fast augenblicklich auseinander. Betrachtet man solche in Alkohol liegende noch gefaltete, so sieht man, dass die Collenchymzellen der Placenta ausserordentlich stark eingeschrumpft sind und sie selbst nur einen kleinen Raum einnimmt. Ferner sind die Reihen der Radialzellen viel stärker bogig gekrümmt als im saftigen Zustand; ihre der Placenta ansitzenden Enden sehr nahe zusammengerückt, sodass es scheint, als wenn diese durch ihre Contraction dieselben sammengefasst und so die Faltung bewirkt hätte.

Für die hauptsächliche Wirkung des Collenchyms hierbei spricht auch die sehr rasche Entfaltung in Wasser, da die Radialzellen, die auch die Ursache sein könnten, verholzte Wände haben, welche viel langsamer erst Wasser aufnehmen. Einen weiteren Beweis lieferten directe

Versuche, wobei ich die Placenta wegzuschaben suchte, und die Faltung nicht oder wenig eintrat; ferner auch das völlige Ausbleiben der Querfaltung von Klappen, an welchen die Placenten (von Schnecken?) abgefressen waren, während alle übrigen Klappen desselben Beetes gefaltet waren. Das Collenchym ist also mit Sicherheit als die Veranlassung der Querfaltung nachgewiesen. Woher kommt es aber, dass es nicht auch in senkrechter Richtung eine Einkrümmung bewirkt, vielmehr in dieser sogar eine Auswärtsbeugung erfolgt? Es wird sich wohl kein anderer Grund finden lassen, als der, dass die Collenchymzellen senkrecht, die äusseren Schichten dagegen horizontal gestreckt sind. Die letzteren bilden also für die Contraction der ersteren die Widerstandsschicht. Von ihnen sind es die äussersten, tangential verlängerten, welche Auswärtsbeugung bewirken. Dass auch sie wesentlich in die Quere quellen und trocknen, geht auch aus directen Quellungsversuchen mit Kali hervor, indem sie an Querschnitten, auch ohne Placenta, sehr schwache, an Radialschnitten dagegen starke Einwärtskrümmungen hervorrufen.

Die Radialzellen mögen theils wegen Verholzung ihrer Wände die Festigkeit der Kapsel erhöhen, theils wegen ihres geringen Austrocknens als Widerstandsgewebe gegen die Contractionen der anderen Schichten wirken. Da sie, besonders ihre innersten Zellen, vom Collenchym stark comprimirt werden müssen bei der Querfaltung, dieselbe also schon eine ziemlich bedeutende Kraftanwendung verlangt, so kommt es, dass trotz des sehr raschen Austrocknens des Collenchyms die Faltung erst nach der Auswärtskrümmung, und nachdem die Klappe, also auch die Radialzellen, einer stärkeren Austrocknung durch das Oeffnen der Kapsel preisgegeben sind, stattfindet. Durch die Compression der Wände dieser Zellen in der Querrichtung muss ihre Ausdehnung in senkrechter Richtung vergrössert und damit auch die Auswärtskrümmung in derselben gesteigert werden. Hierauf mag die starke Herabsenkung der ganzen Klappe beruhen, für welche im Gewebe an deren Basis kein Grund gefunden werden konnte. Was die Flügel anbetrifft, so beschreiben wir aussen senkrecht gestellte, innen quer gelegte Zellen; daher erfolgt in der Querrichtung Verminderung der Einwärtskrümmung."

X. Die Samen.

Die Zahl der Samen in jeder Kapsel ist unbestimmt, gewöhnlich aber kommen 30 in jeder Kapsel vor. Sie sind ungefähr 17 mm lang und 9 mm breit, länglich, eiförmig, bräunlich gelb, glänzend mit flachem Nabelwulst (einer Anschwellung des Samenstiels) versehen, der ungefähr 34 mm lang und an den Placenten befestigt ist. Der Embryo ist gerade, 1 mm lang und liegt in der Mitte des Endosperms; das Würzelchen ist 0,6 mm lang walzig; die Cotyledonen sind flach elliptisch.

Die Samenschale (Fig. 74, Taf. V) besteht von aussen nach innen zu aus folgenden Elementen: Epidermis (*e*), zwei Lagen tafelförmiger Zellen, von denen die inneren (*b*) verdickt sind und einen Kalkoxalatkrystall enthalten; eine Hartschicht (*h*) aus einer Zelllage bestehend, eine zusammengefallene dünnwandige Zellschicht (*d*) und eine innere Epidermis (*e*).

Die Epidermiszellen sind ungefähr 28 μ lang und 19 μ breit. Es sind zwei Arten davon zu unterscheiden, solche mit und solche ohne Leisten. Die Zellen ohne Leisten sind relativ dünnwandig, nur an ihrer Basis ist die Membran stärker verdickt. Die mit Leisten versehenen Zellen besitzen auf den Seitenwänden stark hervortretende ein Netz bildende Leisten, welche zur Aussteifung dienen. Diese verdickten Zellen liegen meistens in Gruppen zusammen, welche von einfacheren Epidermiszellen umgeben sind. Die unter der Epidermis liegenden tafelförmigen parenchymatischen Zellen sind 6 μ dick und 63 μ breit. Die Zellen der darunter liegenden Schicht besitzen im Querschnitte des Samens einen Durchmesser von ungefähr 19 μ; ihre Wände sind ungefähr 6 μ dick, einfach getüpfelt und jede Zelle umschliesst einen monosymmetrischen Krystall

von Kalkoxalat, der einen Durchmesser von ungefähr 12 μ besitzt, und von einer dünnen Membranlamelle umhüllt ist.

In dem Chalaza-Theile besteht die Hartschicht aus Zellen, die im Querschnitte fast isodiametrisch sind, einen Durchmesser von ungefähr 31 μ, ungefähr 10 μ dicke Wände, sowie einfache runde Tüpfel besitzen.

Die Hartschichtzellen sind parallel zur Längsachse des Samens (176 bis 352 μ) und auch etwas in der Radialrichtung (44 μ) gestreckt. Ihre Membran ist stark verholzt, grob geschichtet und besitzt spaltenförmige, einfache Tüpfel. Die sich innen anschliessende Zellschicht besteht aus sehr grossen, dünnwandigen und vollkommen zusammengefallenen Zellen. Die innere Epidermis der Samenschale besteht aus Zellen, deren Form aus der Figur (*e*) ersichtlich ist. Sie lassen oben Intercellularräume zwischen sich. An der Aussenseite und der angrenzenden Fläche der Radialwände sind sie stärker verdickt und an den Radialwänden getüpfelt. Von der Fläche gesehen erscheinen sie fünfseitig, prismatisch und führen als Inhalt eine stark lichtbrechende Flüssigkeit.

Die Angaben von *Holfert* (1890, S. 279) über die Samenschale von *Viola silvatica* sind vielleicht nicht richtig. *Marloth* (1883, S. 225) sagt über die Samenschale der Viola-Arten folgendes:

„Die drei untersuchten Arten zeigen verschiedenen Bau. Die feinwarzigen Samen von *Viola tricolor* haben eine zartwandige Epidermis, in welcher einzelne Zellen mit zierlichen Verdickungsfasern belegt sind, wodurch diese Zellen bei der Reife des Samens gegen das Zusammenfallen geschützt werden und kleine Warzen auf der Oberfläche bilden. Darunter befinden sich zwei Lagen etwas tafelförmiger Zellen, von denen die der inneren Lage poröse, verdickte Innen- und Seitenwände haben und je einen Krystall enthalten. Hierunter liegt die eigentliche Hartschicht aus stark verdickten, porösen, holzigen Zellen, welche in der Längsrichtung und etwas in der radialen gestreckt sind. Bei *Viola lutea* ist die Aussenwand der Epidermiszellen, deren Seitenwände nicht netzig verdickt sind, geschichtet, ähnlich denen des Leinsamens. Auch quillt die Verdickungsmasse mit Kalilauge auf und zersprengt die Cuticula. Zwischen der Epidermis und der Hartschicht fand ich nur eine Zelllage, welche, wie oben, Krystalle führt. *V. silvestris* besitzt glatte Samen. Hier ist die Hartschicht nur von Epidermis bekleidet, welche aus niedrigen, nicht verdickten Zellen besteht, die besonders in den Vertiefungen der Hartschicht einzelne Krystalle führen."

Das *Endosperm* besteht aus 3- bis 4-seitigen Zellen mit dünnen Cellulosewänden; dieselben enthalten Aleuronkörner und fettes Oel. Die Proteïnkrystalloide hat *Schimper* (1878, S. 26) untersucht, und er fand, dass sie zum Ricinustypus gehören, d. h. dass sie einfach brechende Krystalloide tetraëdrisch hemiëdrisch regulärer Symmetrie sind. Die Krystalloide der Viola- und Passiflora-Samen sind meist scheinbar holoëdrische Combinationen der beiden Tetraëder mit dem Würfel; es sind die beiden Gattungen sehr oft, und bei *Passiflora longifolia* beinahe ausschliesslich, Zwillinge nach einer Tetraëderfläche mit sehr verkürzter Zwillingsachse." *Vines* (1880, S. 387) macht folgende Angaben über die Krystalloide von *Viola elatior*. Er sagt, dass sie leicht löslich in 10 %igen Lösungen von NaCl oder $MgSO_4$, noch leichter in 20 %igen Lösungen derselben sind und dass sie in gesättigten Lösungen und nach Behandlung des Materials mit Alkohol löslich sind.

Ueber die Entwicklung der Samenschalen macht *Marcel Brandza* einige Angaben, die ich nach *Just*'s Jahresbericht (1890, S. 662) citire: „Bei vielen Dialypetalen mit freiem Ovarium (Violaceen u. s. w.) bleiben die beiden Integumente des Ovulums in dem Samen erhalten. Weder das innere noch ein Theil des äusseren Integuments werden resorbirt. Auch bildet letzteres nicht die ganze Umhüllung des Samens. Das äussere Integument des Ovulums ist im Samen auf zwei bis drei, gewöhnlich abgeplattete Zelllagen reducirt. Das innere Integument liefert den wichtigsten Theil der Samenhülle, indem die äusserste Zelllage desselben zur Holz- oder Schutzschicht, d. h. zur Testa wird. Das Gefässbündel liegt stets im äusseren Integumente, ausserhalb der verholzten Theile."

XI. Biologie der Blüthe.

1. Befruchtung und Kreuzung. Die erste Untersuchung der Befruchtungseinrichtung von *Viola tricolor* rührt von *Sprengel* her (1793, S. 395). *Sprengel* beschreibt *vulgaris*, wie aus seinen Abbildungen hervorgeht. Er schildert die Blüthenverhältnisse im Anschlusse an *Viola odorata* kurz und richtig, hat nur die Klappe des Narbenkopfes übersehen. Er gibt schon an, dass er gesehen habe, wie ein Exemplar von *arvensis* von einer Biene besucht worden sei.

1867 hat *Hildebrand* (1867, S. 53—56) eine Schilderung der Bestäubungsverhältnisse gegeben. Er nimmt von *Viola tricolor* an, dass für sie Selbstbestäubung unmöglich sei. Er gibt folgende sehr durchsichtige Schilderung, aus welcher ich nur den Hinweis auf die Figuren auslasse. „Die fünf Antheren von *Viola tricolor* liegen in einem Kegel, aus welchem ohne Zuthun der Insekten der Pollen in die von beiden Seiten mit Haaren eingefasste Rinne der unteren Blüthenblätter fällt; vor dem Eingange zu dieser Rinne, und überhaupt vor dem einzig möglichen Eingange in den Blüthensporn, liegt der dicke Narbenkopf, von eigenthümlichem Bau; derselbe ist ausgehöhlt und das Innere der Höhlung ist mit Narbensaft angefüllt; vorn ist die Höhlung offen und hat an ihrem unteren Theile eine lippenartige Klappe, welche nach unten umgebogen und mit Papillen bedeckt ist; mit ihrem unteren Rande liegt sie dicht dem unteren Blumenblatt auf; wenn nun ein Insect den Rüssel in die Blüthe steckt, um zum Sporn zu gelangen, in welchem aus den Spornen der hinteren Antheren der Honigsaft abgeschieden wird, so geschieht dieses an der Stelle, wo die Narbenlippe dem unteren Blumenblatt aufliegt; diese wird durch den Stoss des Insects noch weiter nach dem Sporn der Blüthe zu umgebogen, ausserdem wird zugleich der ganze Narbenkopf wegen seiner eigenthümlichen Befestigung des Griffels an dem Fruchtknoten, nach oben gedrückt; der Insectenrüssel streift nun durch die Rinne des unteren Blumenblattes hindurch, in welcher der Pollen, aus den Antheren gefallen, liegt, und erhält so einen Theil davon angestrichen. Zieht das Insect darauf, nachdem es den Blüthensporn von Honigsaft entleert, seinen Rüssel zurück, so wird dadurch die Lippe des Narbenkopfes nach oben gedrückt und zwar so, dass die Oeffnung zur Narbenhöhle damit zum Theil verdeckt wird, wenigstens derartig, dass von dem am Rüssel haftenden Pollen nichts in diese Narbenhöhle gelangen kann. Fliegt nun das Insect zu einer folgenden Blüthe, so verursacht es dort dieselben, soeben beschriebenen Bewegungen in den Theilen, aber durch dieselben nunmehr die Bestäubung der Narbe: beim Eintritt des Rüssels in die Blüthe wird der an ihm haftende Pollen gegen die Lippe des Narbenkopfes gestrichen und bleibt an diesen Papillen hängen; bei dem Rückzuge des Rüssels darauf, wird die Lippe nun in die Höhe gedrückt, und so der daran haftende Pollen in die Narbenhöhle hineingepresst, in welcher er durch die darin befindliche klebrige Flüssigkeit festgehalten wird. Durch eine derartige von verschiedenen Insecten wiederholte Manipulation geschieht es, dass wir oft die Narbenhöhle ganz dicht mit Pollenkörnern angefüllt finden, an denen wir die verschiedensten Stufen der Schlauchbildung studiren können. Solche mit Pollen angefüllte Narbenhöhlen findet man selbst oft in den Fällen, wo der Pollen aus dem Antheren derselben Blüthe noch gar nicht in die besprochene Rinne hineingefallen ist, sodass eine Bestäubung mit dem eigenen Pollen der Blüthe schon hierdurch nicht möglich war, und es offenbar ist, dass der in der Narbenhöhle befindliche Pollen aus anderen Blüthen herbeigetragen worden. Dass übrigens die Insectenthätigkeit nicht nöthig ist, damit der Pollen in die genannte Rinne falle, sehen wir daraus, dass Blüthen, welche im Zimmer aufgehen, auch nach einiger Zeit den Pollen in der Rinne haben; an solchen Blüthen kann man durch wiederholtes Hineinstecken und Herausziehen einer feinen Nadel die Narbenhöhle leicht ganz mit Pollenkörnern vollstopfen. Wir haben hier an *Viola tricolor* eine merkwürdige Vorrichtung, durch welche bewirkt wird, dass das Insect den Pollen von einer Blüthe auf die Narbe der anderen befördert.

Sowohl an diesen Einrichtungen bei *Viola tricolor* als an denen, wie wir sie von einzelnen Orchideen angedeutet haben, ist hiernach ersichtlich, dass hier einer Bestäubung der Blüthen mit

ihrem eigenen Pollen sehr grosse Schwierigkeiten in den Weg gelegt sind, während die Uebetragung des Pollens von einer Blüthe zur anderen durch bestimmte Einrichtungen in auffallender Weise gefördert ist. Hierdurch stehen diese Pflanzen in einer gewissen Verwandtschaft zu den Dichogamen: was dort hauptsächlich durch die verschiedenzeitige Entwicklung der beiden Geschlechter in einer Blüthe bewirkt wurde, das tritt hier durch die eigenthümliche Lage der Geschlechtstheile zueinander ein. — *Auch hier kann die Bestäubung nur durch Insecten erfolgen.*"

V. Müller bespricht die *Viola tricolor* (1873, S. 145) ohne wesentliches zu der *Hildebrand*'schen Schilderung hinzuzufügen, gibt jedoch eine eingehende Besprechung des Besuches der Blüthe. Er sagt darüber:

„An der schön gefärbten grossblumigen Abart, welche bei Lippstadt auf Aeckern des Sandbodens nicht selten mit der var. *arvensis* zusammen vorkommt (ich fand sogar beiderlei Blüthen an demselben Stocke!), sah ich wiederholt *Bombus lapidarius* L. ♀ saugen; da sie in jede Blüthe den Rüssel nur einmal steckte, so musste sie regelmässig Fremdbestäubung bewirken.

Auch *Andrena albicans* K. ♂ versuchte zu saugen, indem sie mehrmale nacheinander an derselben Blüthe den Rüssel unter dem Narbenkopf hineinsteckte. Da die Pollen aufsammelnde Rinne 3 mm und der Sporn weitere 3 mm lang war, der Rüssel der *A. albicans* aber nur 2 bis $2^1/_2$ mm Länge erreichte, so musste der Versuch dieser Biene, Honig zu gewinnen, erfolglos bleiben; sie musste aber durch das wiederholte Hineinstecken des Rüssels in dieselbe Blüthe Selbstbestäubung bewirken. Eine kleine gemeine Schwebfliege, *Syritta pipiens* L., sah ich wiederholt an der Rinne und dem Antherenkegel von *V. tricolor* mit Pollenfressen beschäftigt. Da sie mit den bestäubten Rüsselklappen auch den Narbenkopf oft betupfte, konnte sie ebenfalls leicht Selbstbestäubung bewirken. *Delpino* sah *V. tricolor* von *Anthophora pilipes* besucht (Ult. oss. p. 62)."

Schon 1874 (*Just*'s Jahresb., 1874, S. 890) bespricht *Müller* in folgender kurzen Notiz die unsere beiden Formen von *Viola*: „Die grossblumige Varietät von *Viola tricolor* behält bei Insectenabschluss ihre Blumen 2 bis 3 Wochen lang frisch, während dieselben nach erfolgter Befruchtung sofort verwelken; die Varietät *arvensis* dagegen befruchtet sich schon am ersten Tage, meist schon vor dem Aufblühen selbst und verwelkt dann auch alsbald."

Später (1879, S. 206) behandelt *Müller* den Insectenbesuch der beiden Formen eingehend. Er sagt:

„Ich habe bei *Lysimachia vulgaris, Euphrasia officinalis* und *Rhinanthus crista galli* das Nebeneinandervorkommen von zweierlei Stöcken mit verschiedener Bestäubungseinrichtung nachgewiesen. Die einen haben augenfälligere Blumen, in Folge dessen reichlicheren Insectenbesuch; sie haben sich so ausschliesslich der Kreuzung durch die besuchenden Insecten angepasst, dass ihnen die Möglichkeit, sich durch spontane Selbstbefruchtung fortzupflanzen, verloren gegangen ist. Die anderen haben unansehnlichere Blüthen und in Folge dessen unzureichenden Insectenbesuch; sie befruchten sich bei ausbleibendem Insectenbesuche regelmässig selbst, lassen jedoch stets die Möglichkeit der Kreuzung offen. In demselben Falle befindet sich *V. tricolor.* Eine kleinblumige Abart derselben (var. *arvensis*) ist hier überall in Gärten, an Hecken und auf Feldern als Unkraut verbreitet. Alle Blumenblätter ihrer kleinen Blüthen sind weiss, nur das unterste ist am Grunde orangegelb. Eine grossblumige Abart findet sich bei Lippstadt, hier und da auf Aeckern.

Die Blumenblätter derselben sind unmittelbar nach dem Aufblühen meist ebenso gefärbt und oft nicht grösser als bei der var. *arvensis;* sie wachsen aber nachträglich zur mehrfachen Grösse heran und färben sich violett oder blau. Wenn man die Blüthen der grossblumigen Abart nicht in ihrer Entwickelung verfolgt, wird man daher leicht zu dem Irrthum verleitet, als ob beiderlei Blüthenformen an demselben Stocke vorkämen.

Eine noch grossblumigere, in der Färbung höchst variable Abart des Stiefmütterchens wächst in grösster Menge auf Aeckern bei Liesborn (eine Meile von Lippstadt). Der verschiedenen Augenfälligkeit dieser Abänderungen entspricht die Reichlichkeit ihrer Insectenbesucher. An der klein-

blumigen Abänderung kommen zwar vielleicht ebenso mannigfaltige Insectenarten vor wie an den grossblumigen, aber nur selten und in vereinzelten Exemplaren, die sich überdies auf den Besuch einiger weniger Blüthen beschränken. An der grossblumigen Abart bei Liesborn dagegen sah ich in einer einzigen sonnigen Stunde zahlreiche Kreuzungsvermittler andauernd in emsiger Thätigkeit.

Dieser verschiedenen Reichlichkeit des Insectenbesuches entsprechend haben sich die grossblumigen Varietäten des Stiefmütterchens ausschliesslicher Kreuzung durch ihre regelmässigen Besucher, die kleinblumige var. *arvensis* hat sich dagegen unausbleiblicher spontaner Selbstbefruchtung, bei offen gehaltener Möglichkeit der Kreuzung durch gelegentlich doch einmal sich einfindende Gäste angepasst. Beiderlei Formen zeigen dabei folgende wesentliche Unterschiede:

1. Der kugelige Narbenkopf, der bei beiden Arten gegen die Unterlippe gedrückt ist, kehrt bei den grossblumigen Formen seine Oeffnung nach aussen, sodass aus dem Antherenkegel herausfallende Pollenkörner nicht von selbst in diese Oeffnung gelangen können, bei der kleinblumigen var. *arvensis* dagegen nach innen, sodass von selbst Pollenkörner in dieselbe hineinfallen.

2. Bei den grossblumigen Formen ist der untere Rand der Narbenöffnung mit einem lippenförmigen Anhange versehen, welcher den aus dem honighaltigen Sporn sich zurückziehenden Insectenrüssel verhindert, die Blüthe mit ihren eigenen Pollen zu befruchten und von dem eindringenden, bereits mit fremden Pollen behafteten Insectenrüssel diesen Pollen abstreift, wodurch Selbstbefruchtung ebenso verhindert als Kreuzung unausbleiblich gemacht wird. Bei *Viola arvensis* fehlt dieser lippenförmige Anhang. Auch bei eintretendem Insectenbesuche ist daher Selbstbefruchtung nicht verhindert, obschon auch Kreuzung möglich.

3. Bei den grossblumigen Formen fallen von selbst erst dann Pollenkörner aus dem Antherenkegel, wenn die Blüthe seit mehreren Tagen völlig entwickelt ist, bei der kleinblumigen Form dagegen fällt oft schon vor dem Aufblühen, spätestens kurze Zeit nach demselben, eine grosse Zahl Pollenkörner aus dem Antherenkegel in die Narbenhöhle und treibt hier lange Schläuche, sodass Kreuzung hier oft nur durch die überwiegende Wirkung des fremden Pollens, wenn er auch erst nachträglich in die Narbenhöhle gelangt, ermöglicht zu sein scheint.

4. Schützt man beiderlei Formen durch Ueberstülpen eines feinen Netzes gegen Insectenzutritt, so verwelken die Blüthen der var. *arvensis* nach 2 bis 3 Tagen, nachdem sie sämmtlich dicke Samenkapseln angesetzt haben, deren Samenkörner, wie ich durch Aussaatversuche weiss, völlig entwickelungsfähig sind. Die Blüthen der grossblumigen Varietäten bleiben dagegen 2 bis 3 Wochen lang völlig frisch und welken endlich, meist ohne Kapseln anzusetzen. Nur ausnahmsweise habe ich auch von ihnen einige kleine Kapseln erhalten, deren Samenkörner aber, im nächsten Frühjahr ausgesät, nicht aufgegangen sind.

A. Kreuzungsvermittler der grossblumigen *V. tricolor.* Auf einem mit grossblumigen Stiefmütterchen dicht bestandenen Acker bei Liesborn sah ich am sonnigen Nachmittage des 4. Mai 1877 folgende Bienen sämmtlich in einer grösseren Zahl von Exemplaren honigsaugend und Kreuzung vermittelnd an diesen Blumen beschäftigt:

1. *Apis mellifica* L. ☿ (6)[1]) saugt stets in umgekehrter Stellung von oben her. Oft fliegt sie in gewöhnlicher Stellung an und dreht sich dann erst um.

2. *Bombus lapidarius* L. ☿ (12—14), sehr zahlreich, und

3. *B. terrestris* L. ☿ (7—9), in Mehrzahl, hingen meist von unten an den Blüthen, die sich unter ihrer Last herabgezogen hatten, und drehten sich so, dass sie ihren Rüssel beim Hineinstecken in den Sporn nicht aufwärts, sondern abwärts (auf den Leib der Hummel bezogen) zu biegen brauchten.

1) Die hinter dem Namen eingeklammerten Zahlen bedeuten die Rüssellänge in mm.

Eine *B. lapidarius* ♀ sah ich erst mehreremale in der ihr unbequemeren Stellung; nachdem sie sich aber überzeugt hatte, wie es besser ging, saugte sie nun alle folgenden Blüthen in derselben Weise an.

4. *B. hortorum* L. ♀ (18—21) umfasst mit den Vorderbeinen die Blüthe von hinten und saugt, indem sie ein Stück ihres langen Rüssels von unten, in der den kurzrüsseligen Hummeln sehr unbequemen Stellung, in den Sporn sticht.

5. *Anthophora pilipes* F. ♀ (19—21) machte es ebenso.

B. Als Besucher der kleinblumigen var. *arvensis* beobachtete ich im Mai 1873 auf einem Unkrautacker, den ich mehrmals bei sonnigem Wetter stundenlang ins Auge fasste, folgende Insecten in einzelnen Exemplaren:

A. Lepidoptera: 1) *Pieris rapae* L. (12) sgd., wiederholt. 2) *P. napi* L. (11) sgd., wiederholt. 3) *Polyommatus dorilis* Hfn. sgd., einmal. B. Hymenoptera: Apidae: 4) *Apis mellifica* L. (6) andauernd sgd., (schon von *Sprengel* beobachtet). 5) *B. hortorum* L. ♀ (18—21) andauernd sgd., obgleich sich jede Blüthe unter ihrem Gewichte niederzieht. 6) *B. Rajellus* Ill. ♀ (10), dasselbe Exemplar einige Blüthen von *V. tricolor* v. *arvensis* und einige von *Lamium purpureum* sgd. 7) *B. muscorum* L. ♀ (10—14) ohne Unterschied die ungefähr gleich grossen und gleich gefärbten Blüthen von *Lithospermum arvense* und *V. tricolor* v. *arvensis* sgd., dagegen an anderen Blumen (*Capsella bursa pastoris*, *Valerianella olitoria*, *Myosotis versicolor*) vorüber fliegend. 8) *Osmia rufa* L. ♂ (7—9) ein einziges Mal flüchtig sgd. C. Diptera: Syrphidae: 9) *Rhingia rostrata* (11—12), mehrere Exemplare sgd. D. Coleoptera: 10) *Meligethes*, in die Blüthen kriechend."

Dazu ist nur zu bemerken, dass es nicht ohne weiteres verständlich ist, wie die Pollenkörner in die nach unten gestreckte Narbenöffnung von *arvensis* hineingelangen können und dass die Klappe bei *arvensis* nicht fehlt, sondern nur klein ist. Herr Prof. *Meyer* hat 1893 Pflanzen von *arvensis* gedeckt und ebenfalls beobachtet, dass reichlich Samen erzeugt wurden, die bei der Aussaat 1894 gut keimten und normale *arvensis* lieferten.

Das Hoheneckveilchen, in seiner gelben und seiner blauen Spielart, setzte bei gleicher Beobachtung keine einzige Frucht an.

Von kleineren Notizen über die Blüthenbiologie mag noch Folgendes bemerkt werden. *Darwin* (1877, S. 115) hat nur das Garten-Pensée untersucht. Interessant sind seine Angaben über die scheinbare Selbstbefruchtung dieser Pflanze. Er sagt: „Es ist aber wahrscheinlich, dass ihre Befruchtung, wie Mr. *Bennett* vermuthet, durch Thrips und gewisse kleine Käfer ausgeführt wird, welche die Blüthen besuchen und durch keinerlei Netz ausgeschlossen werden können."

1881 (S. 156) macht *Müller* noch Mittheilungen über *Viola tricolor* L. var. *alpestris*.

Was eine weitere biologische Erklärung des morphologischen Baues der Blüthe anbelangt, so ist zuerst die Einrichtung zu erwähnen, welche die Blüthe zum Schutze des Pollens besitzt. Die beiden mittleren Kronenblätter tragen, wie wir sahen, an dem oberen Rande ihres Nagels und an der Grenze von Nagel und Spreite einen Haarkranz, welcher eine wassersichere Verbindung zwischen den oberen Rändern des Nagels darstellt und zugleich vorn ein Dach bildet, welches sich noch weit über den Narbenkopf vorwölbt. Die Bedeutung der ganzen Einrichtung ist wohl wesentlich die des Pollenschützens und Narbenflächenschutzes gegen Regen und Thau. *Kerner* sagt über den Pollenschutz bei *Viola* in einem kleineren Aufsatze (1873, S. 115 und 141) nur wenig.

Ueber die biologische Leistung der langen Anhängsel des Kelchblattes kann ich keine irgend genügende Ansicht aussprechen. Vielleicht sind sie als eine Verstärkung des Assimilationsapparates der Blüthe von Vortheil. Interessant erscheint mir die Schutzeinrichtung der Kronenblätter, welche durch die Spreiten der Kelchblätter gebildet wird. Der Kelch ist bleibend und wächst nach dem Verblühen noch stark heran, kann aber lange für die Samenknospe und das Pericarp arbeiten. Vielleicht ist er auch als Schutz für die sich entwickelnde Kapsel nicht ganz ohne Bedeutung.

2. **Die Krümmungs- und Orientirungsbewegung der Knospen und Blüthen.** Der Stiel der Blüthenknospe von *vulgaris* steht bei aufrechten Sprossen anfangs senkrecht in der Richtung der Achse (an welcher der Blüthenstiel sitzt) und trägt anfangs die Blütkenknospe so, dass deren Achse mit der Achse des Blüthenstieles zusammenfällt (Taf. I, Fig. 75, 1 bis 13 und Tafel-Erklärung). Ist der Stiel 1 mm lang, so beginnt jedoch, bei aufrecht stehender Achse, der obere Theil des Blüthenstieles sich schon von der Achse in seiner Mediane wegzukrümmen, sodass die Knospenachse schon einen Winkel von 45° mit der Hauptachse bildet, wenn der Stiel nur 3 mm lang ist. Dabei biegt sich der obere Theil des Stieles schon bogenförmig um, und der untere Theil bleibt, wie auch später, senkrecht stehen.

Ist der Blüthenstiel ungefähr 16 mm lang gewachsen, so ist der Winkel der Blüthenknospenachse 90° geworden. Wenn die Achse schräg orientirt ist, so richtet sich der Blüthenstiel durch Krümmung der Basis mehr und mehr auf. Die Blüthe ist dann, wenn sie direct vor dem Aufblühen steht, durch diese in der Medianebene des Blüthenstieles erfolgte Krümmung umgekehrt worden, sodass sie jetzt die Spitzen ihrer Kronenblätter alle nach aussen kehrt, den Sporn nach oben kehrt und diesen etwa in einen Winkel von 45° zur Lothlinie stellt.

Jedes Internodium der Achse ist an der Stelle, wo eine Blüthe entspringt, in der Blattmediane, und zwar von dem Blatte weg gekrümmt. Dabei ist der Winkel, den die Internodien mit der Verticalen bilden, grösser als der Winkel zwischen dieser und den Blüthenstielen, sodass diese eine ziemlich senkrechte Stellung besitzen. Dieses gilt jedoch nur für eben aufgeblühte, wahrscheinlich noch nicht befruchtete Blüthen. Bei allseitig gleicher Beleuchtung stehen die eben aufgeblühten Blüthen so, dass ihre Fläche der Achse abgewandt ist, die Ebene der Krone die Medianebene des Blüthenstieles rechtwinkelig schneidet und zugleich ungefähr senkrecht steht (siehe hierzu und zu dem folgenden *Vöchting*, 1882, S. 137; *Schwendener* und *Krabbe*, 1892, S. 26 u. 72).

Bei einseitiger Beleuchtung führen die aufgeblühten oder sich schon öffnenden Blüthen eventuell so lang Drehungen aus, bis sie mit ihrer Vorderseite ziemlich senkrecht gegen das einfallende Licht orientirt sind. Diese Drehung erfolgt durch Torsion des Blüthenstieles. „Die Drehung (*Schwendener* und *Krabbe*, S. 72) beginnt hierbei stets unterhalb der hakenförmigen Krümmung im geraden Theile des Stieles, um von hier aus basipetal weiter fortzuschreiten.

Kommt es dabei vor, dass die Stiele, auch wenn die Blüthe bereits in die Lichtlage eingerückt ist, ihre Drehung basalwärts noch weiter fortsetzen, so wird diese am oberen Theile des Stieles wiederum rückgängig gemacht." „Nach verschiedenen Versuchen gebrauchten die an der Schattenseite des Sprosses inserirten Blüthen zur Erreichung ihrer Lichtstellung, also zur Ausführung einer Drehung von 180°, etwa 4—5 Tage."

„Nicht unerwähnt mag bleiben, dass die Blüthen, der directen Besonnung ausgesetzt, dem Stande der Sonne mehr oder weniger vollkommen folgen. Auf einem nach Osten, Süden und Westen frei gelegenen Beete sind daher unter directer Besonnung alle Blüthen am Morgen nach Osten und des Abends nach Westen gerichtet, um nach Sonnenuntergang eine Rückwärtsbewegung auszuführen. Auf die Lichtlage im diffusen Tageslichte, auf die es hier ankommt, sind indessen diese Verhältnisse ohne wesentlichen Einfluss; bekommen die Pflanzen das Licht ziemlich einseitig, z. B. aus Süden, so erfahren alle an der Nordseite der Sprosse stehenden Blüthen Drehungen von 180°, und diese bleiben unverändert bestehen, abgesehen von den täglichen Schwankungen in Folge directer Besonnung."

Aus den Versuchen von *Schwendener* und *Krabbe* geht hervor, dass die Torsionen, welche die Blüthen nach dem Lichte führen, eine Reizwirkung des Lichtes sind. Die Schwerkraft bringt nur die Sprosse des Blüthenstieles in senkrechter Lage.

Nach der Befruchtung senken sich die Blüthenstiele, bis sie einen Winkel von ungefähr 45° mit der Achse bilden. Zugleich wird die Torsion vollständig aufgehoben, sodass jetzt die beiden genäherten Kanten des Blüthenstieles genau oben und der Achse zugekehrt verlaufen. Der Fruchtstiel streckt sich dabei und wird noch breiter und fester.

So lange die Frucht noch unreif ist, ist sie mehr nach unten gekrümmt und bildet der die Abwärtsbiegung der Frucht bewirkende obere Theil des Stieles einen Winkel von 45° mit der Senkrechten. Der Stiel streckt sich dann gerade. Kurz vor dem Ausstreuen stellt sich der obere Theil des Stieles senkrecht nach oben, sodass er nun wieder einen Winkel von 135° mit dem unteren Theile des Stieles bildet. Ausnahmsweise scheinen Torsionen der Aufrichtung der Kapsel zu Hülfe zu kommen (Taf. I, Fig. 75, 16 bis 21).

Nach kalten Nächten im Frühling findet man, dass eine weitere Krümmung in der oberen Hälfte des Blüthenstieles eingetreten ist, sodass die obere Fläche der Krone sich abwärts neigt und einen Winkel von 60 bis 45° mit der Verticalen bildet oder auch fast mit der Erde parallel steht. *A. Kerner* (1888, I., 499) betrachtet dieses Verhalten als ein Schutzmittel gegen zu starke Ausstrahlung.

XII. Chemie.

Viola tricolor ist ein altes Arzneimittel und wird als Herb. trinitatis, Jacea, Freisamkraut schon in alten Kräuterbüchern beschrieben. 1776 kam es durch *Strack* (Diss., Titel bei *Murray*, Apparat. medic. I. 787) in Deutschland und Holland in allgemeinen Gebrauch. Es ist *V. tricolor* aus diesem Grunde auch verschiedene Male einer chemischen Untersuchung auf arzneilich wirkende Bestandtheile unterzogen worden. 1782 hat *Haase* (Diss. über *Viola tricolor*. Erlangen, 1782) durch Destillation des Krautes mit Wasser ein nach „Pfirsichkern" riechendes ätherisches Oel, welches leichter als Wasser war, erhalten. Es ist diese Angabe nicht ohne Interesse, *da beide Formen von Viola tricolor beim Reiben der frischen Sprossspitzen zwischen den Fingern deutlich wie Methylsalicylat riechen,* und es so nicht unwahrscheinlich ist, dass ein Salicylsäureester beim Zerreiben des frischen Krautes entsteht.

Boullay (1828, S. 417) fand, dass *Viola odorata* einen brechenerregenden Körper enthält, *Viola tricolor* nicht; er erwähnt ausserdem eine stark gelb färbende Substanz für *V. tricolor*. Die wichtigste Arbeit ist die von *Mandelin,* welche bei *Dragendorff* gearbeitet wurde (Diss. Dorpat, 1881). *Mandelin* verarbeitete trockene und frische Pflanzen von *arvensis* aus der Umgegend von Dorpat (S. 13). Er stellte aus dem frischen Kraute in folgender Weise (S. 23) Salicylsäure dar: „90 Pfund frisches = 21 Pfund trockenes Kraut von der, in der Umgegend Dorpats wachsenden und in den Monaten Juni und Juli gesammelten *Viola tricolor* var. *arvensis* wurden zweimal mit einer genügenden Menge Wasser ausgekocht und ausgepresst. Die erhaltenen Auszüge liess ich bei freiem Feuer bis zur Hälfte einkochen, darauf stellte ich die eingeengte Flüssigkeit auf einige Tage an einen kühlen Ort. Die von dem während der Ruhe sich bildenden reichlichen Bodensatze klar abgegossene nnd filtrierte Flüssigkeit liess ich auf dem Dampfbade bis zur Consistenz eines dünnen Extractes verdunsten, that die eingeengte Flüssigkeit dann unter tüchtigem Umrühren und in kleinen Portionen in zwei Raumtheile 85%igen Alkohols und liess diese Mischung zwei Tage kalt stehen. Die alkoholische Flüssigkeit, welche von dem während des Stehens abgeschiedenen, schwarzbraunen, an den Glaswänden haftenden Bodensalze abfiltrirt war, hinterliess bei der Destillation einen Rückstand, der nach dem Eindampfen auf dem Wasserbade bis zur Consistenz eines dünnen Extractes zur weiteren Entfernung der in Alkohol unlöslichen Substanzen in zwei Raumtheile absoluten Alkohols eingegossen wurde. Nachdem diese Mischung zwei Tage unter tüchtigem und öfterem Umschütteln bei Kellertemperatur gestanden hatte, wurde das alkoholische Filtrat und der zum Auswaschen des Bodensatzes angewandte Alkohol im luftverdünnten Raume der Destillation unterworfen. Es hinterblieb ein zähflüssiger, schwarzbrauner Rückstand, der zur vollständigen Verflüchtigung des Alkohols im Wasserbade weiter erwärmt wurde.

Die von Alkohol vollkommen befreite Flüssigkeit verdünnte ich mit wenig destillirtem Wasser und schüttelte sie so lange mit Aether aus, bis der Verdunstungsrückstand desselben mit einer

möglichst neutralen Ferrichloridlösung keine violette Färbung mehr zeigte. Dieses war erst nach 18 bis 20 Ausschüttelungen der Fall. Der grün gefärbte Auszug hinterliess bei der Destillation einen zähflüssigen, chlorophyll- und fettreichen Rückstand, der, mit destillirtem Wasser auf dem Dampfbade wiederholt ausgezogen, eine gelbe Lösung lieferte. Diese schüttelte ich wieder mit Aether aus und liess den Rückstand, der bei der Destillation dieses Aetherauszugs zurückblieb, in einer kleinen Schale über Schwefelsäure auskrystallisiren. Die zuerst erhaltene, aus sternförmigen Krystallisationen bestehende Masse habe ich durch mehrmaliges Umkrystallisiren aus heissem destillirten Wasser gereinigt, und gelang es mir so, vollkommen farblose und aschefreie Krystalle zu erhalten." Die Substanz wurde dann sicher mit Salicylsäure identificirt (S. 25—29).

Ueber das Vorkommen der freien Salicylsäure sagt der Autor (S. 28) folgendes: „Dass die Salicylsäure als solche, d. h. als freie Säure, in der genannten Pflanze enthalten ist, geht schon aus der Art ihrer Isolirung hervor. Die Salicylsäure lässt sich nämlich nicht aus den wässerigen Lösungen ihrer Salze mit Aether ausschütteln, wie dieses auch *Kolbe* constatirt hat."

Ein anderer Theil der Salicylsäre hätte aber auch an Basen gebunden in Form eines Salzes in der Pflanze vorhanden sein können. Um dieses zu untersuchen, habe ich die durch Ausschütteln mit Aether von der freien Salicylsäure befreite wässerige Flüssigkeit mit Salzsäure angesäuert und dann wiederum mit Aether ausgeschüttelt, konnte dabei aber keine Salicylsäure weiter nachweisen. Dieser Schluss ist allerdings anzufechten, denn es wäre doch immerhin möglich, dass in der lebenden Pflanze die Salicylsäure nicht im freien Zustande vorhanden wäre, dass erst beim Tödten der Zellen Spaltung einer Verbindung in Salicylsäure und andere Stoffe stattfindet. *Mandelin* untersucht dann ferner bei dem Gartenpensée die Vertheilung der Salicylsäure in der Pflanze. Die Salicylsäure wurde in Wurzeln, Blättern und Kronenblättern der Pflanzen gefunden. Von den Samen sagt er: „Es ist demzufolge anzunehmen, dass in den Samen von *V. tricolor* eine Substanz vorhanden, die bei ihrer Spaltung Salicylsäure liefert."

Ferner fand er, dass in *V. odorata* ein Körper vorkommt, „welcher bei einer Spaltung Salicylsäure liefert" (S. 55), und er konnte Salicylsäure nachweisen bei *V. silvatica* Fr., *V. canina* L., *V. palustris* L., ein negatives Resultat erhielt er bei *V. arenaria* DC., *V. uliginosa* Schrad., *V. mirabilis* L., *V. uniflora* L., *V. floribunda*, *V. pinnatifida*; doch mag das wohl daher kommen, dass er zu geringe Mengen dieser Pflanzen umarbeitete.

Die quantitative Bestimmung der Salicylsäure im trockenen Kraute ergab (S. 5) für:

V. arvensis . . . . 0,1441 %
V. tricolor aus Deutschland . . . . . . 0,1103 %
Pensée . . . . 0,0597 %.

A. B. Griffith und *E. C. Conrad* (1884, S. 146) haben die Resultate der Arbeit von *Mandelin* bestätigt: Sie erhielten von „Pansys" die folgenden Procente Salicylsäure: In den Blättern 0,13 %; in der Achse 0,08 %; in der Wurzel 0,05 %; in der Blüthe nur eine Spur.

Mikrochemische Versuche zur Nachweisung der Salicylsäure im Gewebe führten mich zu keinen Resultaten. Von mikrochemischen Untersuchungen, die ich ausführte, sei folgendes mitgetheilt. Schnitte von Blättern, die erst im Alkohol aufbewahrt sind, zeigen in der Athemhöhle und auch in den Intercellularräumen des Mesophyllgewebes viele Sphärokrystalle; sie lösen sich in Wasser, sind aber unlöslich in Alkohol oder Glycerin. Sie verhalten sich gegen Reagentien folgendermassen: Safranin färbt sie nicht; Phloroglucin und Salzsäure etwas gelblich, und später werden sie gelöst. Ammoniak, etwas wässerige Kalilösung färbt sie nicht gelb. Mit *Fehling*'scher Lösung werden sie blau, wirken darauf nicht reducirend. Alkoholische Jodlösung liefert keine Färbung; alkoholische Jodlösung und concentrirte Schwefelsäure ebenfalls nicht, lösen aber später die Krystalle. In Bezug auf Polarisation des Lichtes scheinen nur die kleinen Krystalle in der Peripherie der Sphärokrystalle doppelte Brechung zu zeigen.

Ich bemerkte in der Wurzel von *vulgaris*, die von der Pflanze abgeschnitten war, und mehrere Monate in Alkohol gelegen hatte, dass die Lösung eine blaue Fluorescenz annahm.

Mandelin fand (1882) ferner noch einen anderen Körper, ein fast farbloses, gelbliches, krystallisirendes Glycosid in *Viola tricolor* var. *arvensis*, welches er Violaquercitrin nannte. Ich will die Angaben von *Mandelin* theilweise wiedergeben: „Die Darstellung des gelben Farbstoffes geschah in folgender Weise. Das Kraut (20 Pfd.) wurde in grob gepulvertem Zustande zweimal mit 96 %igem Alkohol warm extrahirt, die erhaltenen Auszüge wurden filtrirt und der Alkohol im luftverdünnten Raume abdestillirt. Der dunkelgrüne chlorophyll- und fettreiche Destillationsrückstand gab, mit warmem destillirten Wasser behandelt, eine dunkelbraune Lösung. Bei der Ausschüttelung dieser Lösung mit Benzin behufs der Salicylsäuregewinnung schied sich der gelbe Farbstoff in Form einer hellgelben Masse aus, die, unter dem Mikroskope betrachtet, aus feinen, nadelförmigen Krystallen bestand.

Diese wurden abfiltrirt und durch Waschen, zuerst mit benzinhaltigem, später mit reinem Wasser, von der anhaftenden Flüssigkeit befreit.

Die so gewonnenen Krystalle waren in Alkalien sehr leicht und mit intensiv gelber Farbe löslich, auch in kochendem Wasser lösten sie sich, und schieden sich aus diesem beim Erkalten wieder krystallinisch aus. Aus der Lösung in Alkalien war die Substanz durch Säuren in der scheinbar ursprünglichen Krystallform wieder fällbar. Ein Theil der Krystalle wurde zur weiteren Reinigung aus kochendem Wasser zweimal umkrystallisirt. Dadurch wurden sie zwar heller, doch sonst mit den schon erwähnten Eigenschaften gewonnen. Dieser Körper ist glycosidisch. Er gab beim Kochen mit verdünnten Mineralsäuren einen gelben, in Wasser kaum löslichen Niederschlag und ein beim Erwärmen alkalische Kupferlösung reducirendes Filtrat.

$$C_{42}H_{42}O_{24} + 5\,H_2O = C_{24}H_{16}O_{11} + 3\,C_6H_{12}O_6.$$

(Viola-Glycoside) (Viola-Quercetin)

Die Spaltung des Glycosides geht demnach nicht ganz so glatt vor sich, wie die Formeln sie angeben. Neben dem Quercetin und dem Zucker entsteht hier in geringer Menge noch ein dritter Körper, der sich durch seine schöne Fluorescenz in alkalischen Flüssigkeiten charakterisirt. Dieser fluorescirender Körper wurde nicht quantitativ bestimmt.“

Litteraturverzeichniss.

Behrens, W., Die Nektarien der Blüthen, anatomisch-physiologische Untersuchung. Flora, 1879, S. 239.

Blenk, Rinorea aus Madagascar. Flora, 1844, S. 106; *Engler* und *Prantl*, Pflanzenfamilien, 1895, Lief. 119, S. 324.

Boullay, Mémoires de l'académ. royale de médicine. Tom. I., 1828, S. 417; *Buchner's* Repert. f. d. Pharm., 1820 (XXXI.), S. 37.

Darwin, Charles, Die Wirkungen der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich (Uebersetzung von *J. Victor Carus*). 1877, S. 115.

De Bary, A., Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. 1877, S. 99.

Eichler, A. W., Blüthendiagramme. 1875, Erster Theil, S. 321.

Fortuné, H., Thése, L'école superieure de pharmacie de Montpellier. 1887, S. 39 u. 75.

Fritsch, Paul, Ueber farbige körnige Stoffe des Zellinhalts. *Pringsheim's* Jahrb. f. wissensch. Bot., 1883 (XIV.), S. 185—231.

Griffiths, A. B., und *Conrad, E. C.*, Chemistry of Pansy. Chem. News, 1884, S. 146.

Haase, Dissertation (Erlangen) über *Viola tricolor.* 1782.

Haberlandt, G., Physiologische Pflanzenanatomie. 1884, S. 335.

Hanstein, Die Drüsenzotten von *Viola.* Bot. Zeit., 1868, S. 754.

Hildebrand, F., Die Geschlechter-Vertheilung bei den Pflanzen. 1867, S. 53—56.

— — Die Schleuderfrüchte und ihr im anatomischen Bau begründeter Mechanismus. *Pringsheim's* Jahrb. f. wissensch. Bot., 1873/74 (IX.), S. 245. Taf. XXIV., Fig. 19 u. 20.

Hillburg, C., Der Bau und die Function der Nebenblätter. Flora, 1878, S. 164.

Hoffmann, H., Zur Speciesfrage. Natuurk. Verh. Hollandsch. Maatsch. Wetensch. 3. Verz. Deel II, Nr. 5. (Referirt in *Just's* bot. Jahresber., 1875, S. 890.)

— — Wiener ill. Gartenzeit. 1880, S. 283.

— — Culturversuche über Variationen. Bot. Zeit., 1887, S. 776.

Holfert, J., Die Nährschicht der Samenschalen. Flora, 1890, S. 300.

Huisgen, Franz, Entwickelung der Placenten. Inaug.-Diss. (Bonn), 1873.

Kerner, A., Pflanzenleben. 1890, Bd. I., S. 495.

— — Die Schutzmittel des Pollens gegen die Nachtheile vorzeitiger Dislocation und gegen die Nachtheile vorzeitiger Befruchtung. Ber. d. naturw. med. Ver. Innsbruck, II. u. III., 1873, S. 115 und 141.

Kny, L., Botanische Wandtafeln mit erläuterndem Text. 1876, Abth. II., Taf. XX., S. 55.

Koene, E., Epidermis der Blumenblätter. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1884, S. 24.

Koschewinikow, D., Zur Anatomie der corollinischen Blüthenhüllen. Schriften d. Neurussisch. Ges. der Naturf., Bd. VIII., Heft I., S. 1—199, mit 6 Taf. 1882. Odessa (Russisch). *Just's* bot. Jahresb., 1885, S. 813.

Mandelin, K., Untersuchung über das Vorkommen und über die Verbreitung der Salicylsäure in der Pflanzengattung *Viola.* Inaug.-Dissert. (Dorpat), 1881. 8^{0}. 60 S.

Marloth, Rudolf, Ueber mechanische Schutzmittel der Samen gegen schädliche Einflüsse von Aussen. *Engler's* Bot. Jahrb. f. Syst. etc., 1883 (IV.), S. 246.

Meyer, Adolf, Drüsenzotten. Zeitschr. f. d. Naturwissenschaften, 1882, S. 26.

Meyer, Arthur, Chromoplasten der Blüthenblätter. Bot. Zeit., 1883, S. 506.

Müller, H., Befruchtung der Blumen durch Insecten. 1873, S. 145.

— — *Just's* bot. Jahresber., 1874, S. 890.

— — Verhandlungen des naturhistorischen Vereines des Rheinl. und Westfalens. 1879 (XXXVI.), S. 206; Nature, 1879 (IX.), S. 44.

— — Alpenblumen. 1881, S. 158.

Payer, J. B., Traité d'organogénie comparée de la fleur. 1857, S. 177, Taf. 37.
Reiche, K., *Engler*'s bot. Jahrb. f. Syst. etc. 1893, S. 410; Taf. VI, Fig. 7.
— — Violaceen. Die natürlichen Pflanzenfamilien von *Engler* und *Prantl*. 1895, S. 324.
Reinke, J., Function der Blattzähne und die morphologische Werthigkeit einiger Laubblattnektarien. Bot. Zeit.. 1874, S. 47.
— — Beitrag zur Anatomie der an Laubblättern, besonders der an den Zähnen derselben vorkommenden Secretionsorgane. *Pringsheim*'s Jahrb. f. wissensch. Bot., 1876 (X.), S. 170.
Schimper, A. F. W., Proteïnkrystalloide der Pflanzen. Inaug.-Dissert. (Strassburg), 1878, S. 27.
Schultz, O., Vergleichende physiologische Anatomie der Nebenblattgebilde. Flora, 1888, S. 106.
Schwendener, S., und *Krabbe, G.*, Untersuchung über die Orientirungstorsionen der Blätter und Blüthen. Abhandl. d. Königl. preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 1892. S. 26, 72 etc.
Sprengel, Christian Conrad, Das entdeckte Geheimniss der Natur. 1793, S. 395.
Stahl, E., Ueber Pflanzen und Schnecken. Jenaische Zeitschrift für Naturwissensch. und Medicin. 1888 (XXII.), N. F. XV., S. 77.
Steinbrinck, Carl, Die anatomischen Ursachen des Aufspringens der Früchte. Dissert. (Bonn), 1873, S. 18.
Strasburger, Ed., Das botanische Prakticum. 1887, S. 106.
Strobl, G., Studien über italienische Veilchen. Oesterr. botan. Zeitschr., 1877 (XXVII.), S. 223.
Treviranus, L. C., Physiologie der Gewächse. 1835, Bd. II., S. 501.
Vines, S. H., Chemical Composition of Aleurone Grains. Proc. Royal Soc., 1880, S. 387.
Vöchting, H., Die Bewegung der Blüthen und Früchte. Bonn, 1882, S. 136.
Warming, E., De l'ovule. Ann. Sc. nat. 6. sér. V., 3., S. 177—266, t. 7—13.
Westermaier, N., Zur Embryologie der Phanerogamen. Nova Acta. K. Leop.-Carol. D. Akad. Naturf., Bd. LVII., Nr. 1. S. 1—39. 1892.

Figuren-Erklärung.

Tafel I.

Fig. 1. Keimpflanzen von *V. arvensis*, nach der Anlage von sieben Laubblättern.
Fig. 2. Keimpflanzen von *V. vulgaris*, vor der Anlage der Laubblätter.
Fig. 3. Keimpflanzen von *V. arvensis*, vor der Anlage der Laubblätter.
Fig. 4. Hauptspross von *V. arvensis* mit den successiven Blättern, von den Keimblättern (k_1, k_2) bis zum obersten völlig entwickelten Blatt (1 bis 12).
Fig. 6. Hauptspross von *V. vulgaris* mit den successiven Blättern, von den Keimblättern (k_1, k_2) bis zum obersten völlig entwickelten Blatt (1 bis 15).
Fig. 8. Hauptspross von *V. lutea* mit den successiven Blättern, von den Keimblättern (k_1, k_2) bis zum obersten völlig entwickelten Blatt (1 bis 8).
Fig. 9. Zweig erster Ordnung von *V. lutea*. *r* und *l* Blätter, rechts und links von der Mediane. 1 bis 8 die folgenden Laubblätter.
Fig. 75. Zur Erläuterung des Textes über die Krümmungs- und Orientirungsbewegung der Knospen, Bluthen und Früchte von *V. vulgaris*.

Tafel II.

Fig. 5. Zweig erster Ordnung von *V. arvensis*. *r* und *l* Blätter, rechts und links von der Mediane. 1 bis 6 die folgenden Laubblätter.
Fig. 7. Zweig erster Ordnung von *V. vulgaris*. *r* und *l* Blätter, rechts und links von der Mediane. 1 bis 9 die folgenden Laubblätter.
Fig. 10. Hauptspross von *V. arvensis* (*Hohenwerk*) mit den successiven Blättern von den Keimblättern (k_1, k_2) bis zum obersten völlig entwickelten Blatt (1 bis 12).
Fig. 11. Schema des vegetativen Sprosssystems von *Viola tricolor*, von der Keimung bis zu dem Zeitpunkt, wo völlig entwickelte Internodien an der Hauptachse sich gebildet haben.

Tafel III.

Fig. 12. Entwickelung des Blattes Die Lappen der Nebenblätter sind entwickelt und zwar nach basipetaler Folge (*n*), bevor die Zähne des Laubblattes (*l*) sich entwickeln.
Fig. 13. Weitere Entwickelungsstadien des Blattes wie Fig 12. die ersten zwei Zähne zeigen Anfänge ihrer Entwickelung.
Fig. 14. Laubblatt mit Nebenblatt.
Fig. 15—17. Drüsenzotte an der Spitze der Zähne des Laubblattes in verschiedenen Stadien der Entwickelung der Zähne. (15) erstes und (17) letztes Stadium. *e* Epidermis. *m* Mesophyll. *b* Leitbündel.
Fig. 18. Einige Netzmaschen des Nervennetzes mit freien, inneren Enden, von der linken Seite (Fig. 14) aus der Nähe der Mitte des Laubblattes (*f*) genommen. Die Krystalle (*k*) sind im Mesophyll vorhanden. 1, 2, 3 bedeuten die Nerven verschiedener Ordnung; *f* freie Enden.
Fig. 19. Epidermiszellen der Oberseite des Blattes von *V. arvensis*, von der Fläche gesehen. (*e*) liegen über den Schleimzellen.
Fig. 20. Epidermiszellen der Unterseite des Blattes von *V. arvensis*, von der Fläche gesehen.
Fig. 21. Querschnitt der Schleimzelle eines Blattes von *V. arvensis* (Alkohol-Material), in absolutem Alkohol beobachtet.

Fig. 22. Flächenschnitt von einem *V. arvensis*-Blatt, das in Alkohol aufbewahrt war. Schleimzelle von der Unterseite gesehen nach Behandlung mit alkoholischer Jodlösung und concentrirter Schwefelsäure.

Fig. 23. Junge Drüsenzotte. Manche der Zellen zeigen einen grossen Zellkern mit Protoplast und grossen Vacuolen.

Fig. 24. Völlig entwickelte Drüsenzotte mit Kopf und Stiel.

Fig. 25. Drüsenzotte nach der Verschleimung. Der Schleim hat die Cuticula zersprengt und ist aus der Membran des Kopfes heraus ausgetreten.

Fig. 26. Ein Zahn des Laubblattes mit drei Wasserspalten.

Fig. 27. Wasserspalte von einem Laubblatt von *V. arvensis*, von der Fläche gesehen, mit ihren sieben Nebenzellen.

Fig. 28. Querschnitt des Sprosses, schematisch dargestellt. *e* Epidermis; *c* Collenchym; *ch* Chlorophyllparenchym; *e'* Leitbündelcylinderscheide; *s* Siebtheil; *x* Holz.

Fig. 29. Leitbündel von *V. arvensis*. *e* Leitbündelcylinderscheide; *h* Sklerenchymzellen; *m* parenchymatische Markstrahlen; *n* sklerenchymatische Markstrahlen; *t* Spiraltracheen; *g* verholzte Tracheen; *p* Mark.

Fig. 30. Collenchymatische Zellen der Eckfalten des Blattes.

Fig. 31. Querschnitt des Sprosses ausserhalb der Endodermis. *e* Epidermis; *ch* Chlorophyllparenchym; *c* Collenchym; *e'* Endodermis.

Fig. 32. Querschnitt zweier sklerenchymatischer Markstrahlzellen — die eine ohne Verholzung; die andere stark verholzt und mit Tüpfeln versehen.

Fig. 33. Sklerenchymzellen im Längsschnitt, von *V. arvensis*.

Fig. 34. Querschnitt einer Endodermiszelle von *V. arvensis*.

Fig. 35. Längsschnitt der Endodermiszellen von *V. vulgaris* am untersten Internodium, welcher die Theilung der Zellen zeigt.

Tafel IV.

Fig. 36. Schema des Bündelverlaufes im medianen Längsschnitt von *V. arvensis*, wo die $^1/_3$-Stellung des Blattes herrscht. Erklärung im Text.

Fig. 37. Querschnitt durch ein Internodium von Fig. 36. Die Buchstaben bezeichnen dieselben Bündel in beiden Figuren.

Fig. 38. Querschnitt der Wurzel von *V. vulgaris* im primären Zustande.

Fig. 39. Querschnitt des äusseren Holztheiles in der Wurzel von *V. vulgaris*. *f* Fasertracheïden-Markstrahlzellen, *g* Trachee.

Fig. 40. Fasertracheïde der Wurzel von *V. vulgaris*, von macerirtem Material.

Fig. 41. Kronenblätter der Blüthen, ausgebreitet zur Erläuterung der Tafeln auf S. 41.

Fig. 42. Diagramm von einer Blüthe von *V. vulgaris*. *x* Achse; *k* Laubblatt; *b* zwei Vorblätter; *kv* vordere Kelchblätter; *ks* Seitenkelchblätter; *kh* hinteres Kelchblatt; *s* Seitenkronenblätter; *h* hintere Kronenblätter; *d* Sporn der vorderen Staubblätter; *c* Carpell; *d* Dehiscenzlinie.

Fig. 43. Medianer Längsschnitt der Blüthen von *V. vulgaris*. Die Buchstaben bedeuten dasselbe wie in Fig. 42.

Fig. 44. Ausgebreitetes Vorblatt. *s* sackartiges Anhängsel; *d* Drüsenzotte.

Fig. 45. Vorblatt im medianen Längsschnitt, *s* sackartiges Anhängsel.

Fig. 46. Nervatur des Kelchblattes von *V. vulgaris*.

Fig. 47. Nervatur des vorderen Kronenblattes. *N* Nagel; *i* Insertionsstelle; *m* Mittelnerv, welcher sich in zwei Aeste (*b*) an der Basis des Sporns theilt; *s* Schlingen.

Fig. 48. Nervatur der Seitenkronenblätter.

Fig. 49. Nervatur der hinteren Kronenblätter.

Fig. 50. Epidermiszellen der Unterseite der Lamina der vorderen Kronenblätter von *V. arvensis*. Zellen mit zickzackförmigem Umriss und kurzen Centripetalleisten.

Fig. 51. Epidermiszellen der Unterseite der Lamina des vorderen Kronenblattes von *V. vulgaris*. Unregelmässige 4- bis 7-seitige Zellen mit Centripetalleisten versehen. Die Zellen, die über den Schleimzellen liegen, zeigen keine Leisten.

Fig. 52. Epidermiszellen der äusseren Seite des Sporns, in welchem die Centripetalleisten fehlen und Papillen vorhanden sind. Diese kommen bei *V. vulgaris* wie auch bei *V. arvensis* vor.

Tafel V.

Fig. 53. Stück des Querschnittes von einem vorderen Kronenblatt in der Nähe des Schlundes der Blumenkrone, mit papillenartigen Epidermiszellen und einzelligen Haaren.

Fig. 54. Schlauchhaare vom gespornten Anhängsel der vorderen Kronenblätter.

Fig. 55. Einzellige Haare von der Oberseite der Lamina eines Seitenkronenblattes in der Nähe des Schlundes der Blumenkrone.

Fig. 56. Mesophyll des Kronenblattes von *V. vulgaris,* von der Fläche gesehen.

Fig. 57. Ein vorderes Staubblatt mit seinem Sporn *s*; gelben Anhängsel *g*; Antheren *a*; Haare *h*; Connectiv *c* und Stiel *s'*.

Fig. 58. Ein Haar von dem Rande, wo die Antherenhälften zusammenhängen.

Fig. 59. Epidermiszellen aus der Anthere mit stark gebogenen Seitenwänden.

Fig. 60. Einzellige Haare von der Aussenseite des gelben Anhängsels eines gespornten Staubblattes.

Fig. 61. Faserzellen des Endothecium eines Staubblattes von *V. vulgaris,* von der Fläche gesehen.

Fig. 62. Mesophyllzellen, von der Fläche gesehen, aus der Basis des Anhängsels eines Staubblattes mit knollig-verdickten Leisten versehen.

Fig. 63. Pollenkorn von *V. vulgaris* in trockenem Zustande, von der Seite gesehen.

Fig. 64. Pollenkorn von *V. vulgaris* in Wasser gesehen. Es liegt auf einer Kante und zeigt eine elliptische Gestalt.

Fig. 65. Pollenkorn von *V. vulgaris* in Chloralhydrat-Lösung.

Fig. 66. Medianlängsschnitt durch den Griffel und Narbenkopf eines Stempels von *V. arvensis.* *m* Mündung; *e* Lippe; *n* Unterseite; *g* Leitbündel; *b* und *f* Führgewebe.

Fig. 67. Medianlängsschnitt durch den Griffel und Narbenkopf eines Stempels von *V. vulgaris.* Die Buchstaben haben dieselbe Bedeutung wie in Fig. 66.

Fig. 68. Griffel und Narbenkopf von der Oberseite gesehen. *g* Gefässbündel; *g'* Griffel; *k* Narbenkopf; *m* Mündung.

Fig. 69. Eine ausgebreitete Klappe des Fruchtknotens, welche die Nervatur der Klappe zeigt. *pl* Leitbündel der Placenta; *i* Leitbündel der Klappe; *e* Vereinigungsstelle der Leitbündel unterhalb der Spitze des Fruchtknotens.

Fig. 70. Querschnitt eines Fruchtknotens. *pl* die Placenta-Leitbündel; *i* Klappen-Leitbündel; *t* Trennungsstelle der Klappen; *g* Griffelbündel; *s* Samenknospe; *c* chlorophyllhaltiges Parenchym; *e* Epidermis.

Fig. 71. Samenknospe von *Viola tricolor* nach *Kny.*

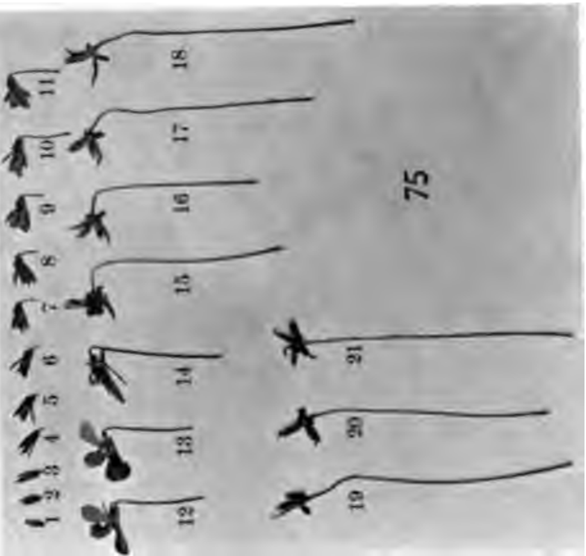
Fig. 72. Schematische Darstellung des Querschnitts einer Klappe der Fruchtkapsel. *e* Epidermis; *ch* chlorophyllhaltiges Parenchym; *v* porös verdickte Zellen; *g* Leitbündel; *c* Collenchym.

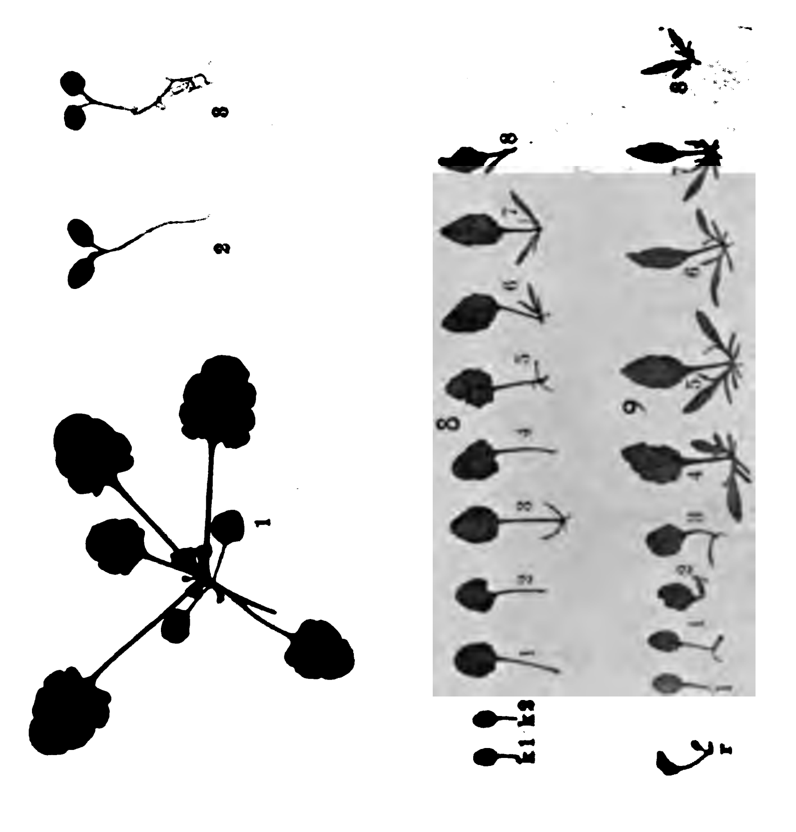
Fig. 73. Ein vergrösserter Querschnitt eines Theiles des oben dargestellten schematischen Querschnittes der Frucht. *s* stark verdickte Sklerenchymzellen. Die anderen Buchstaben haben dieselbe Bedeutung wie Fig. 72.

Fig. 74. Querschnitt des Samens von *V. vulgaris.* *e* Epidermiszellen, einige mit Leisten an den hinteren (*l*) und seitlichen (*s*) Wände versehen; *t* tafelförmige Parenchymzellen; *b* verdickte Zellen mit je einem Kalkoxalatkrystall; *h* Hartschicht; *d* zusammengefallene dünnwandige Zellschicht; *e'* innere Epidermiszellen.

TAFEL I.

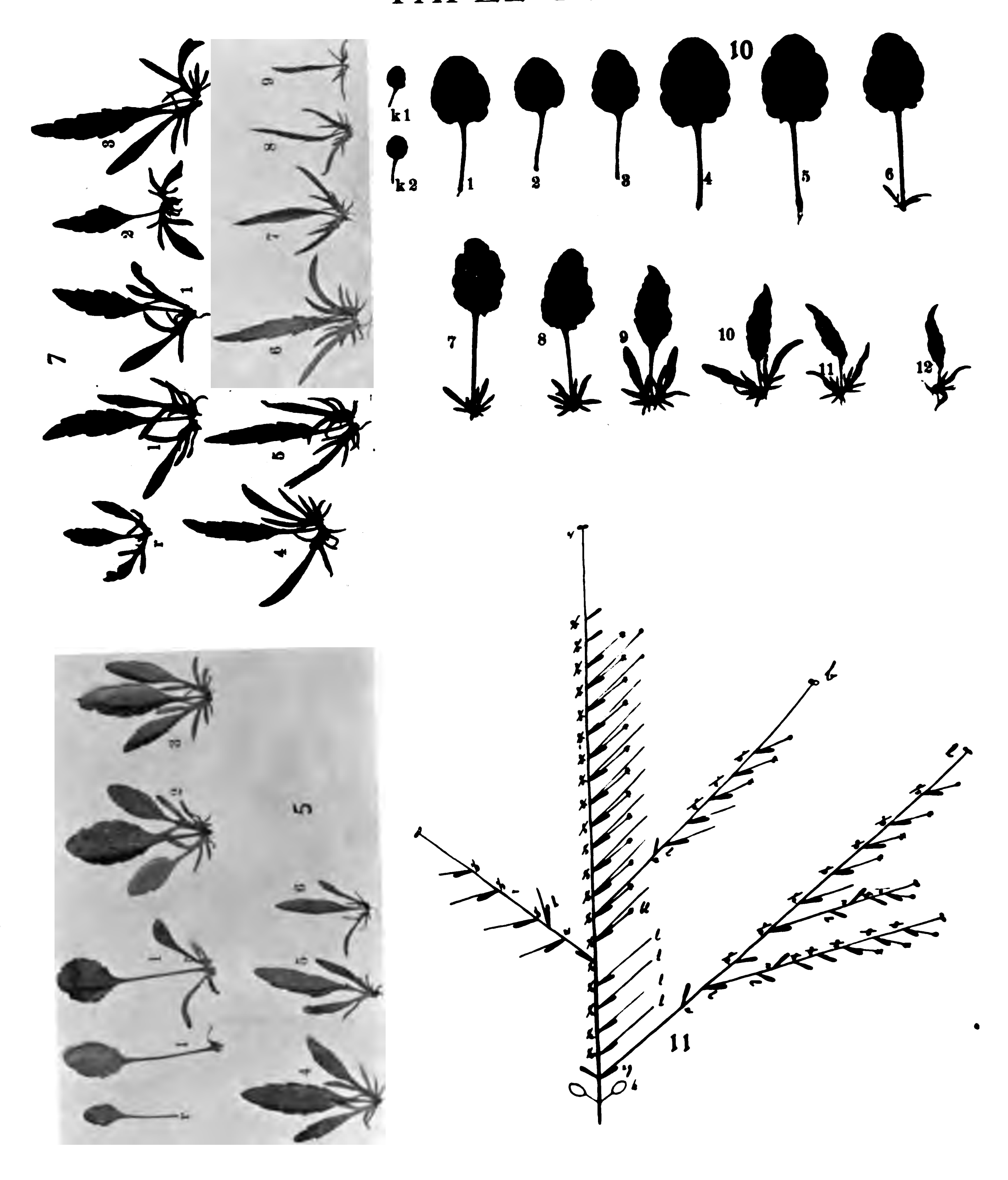




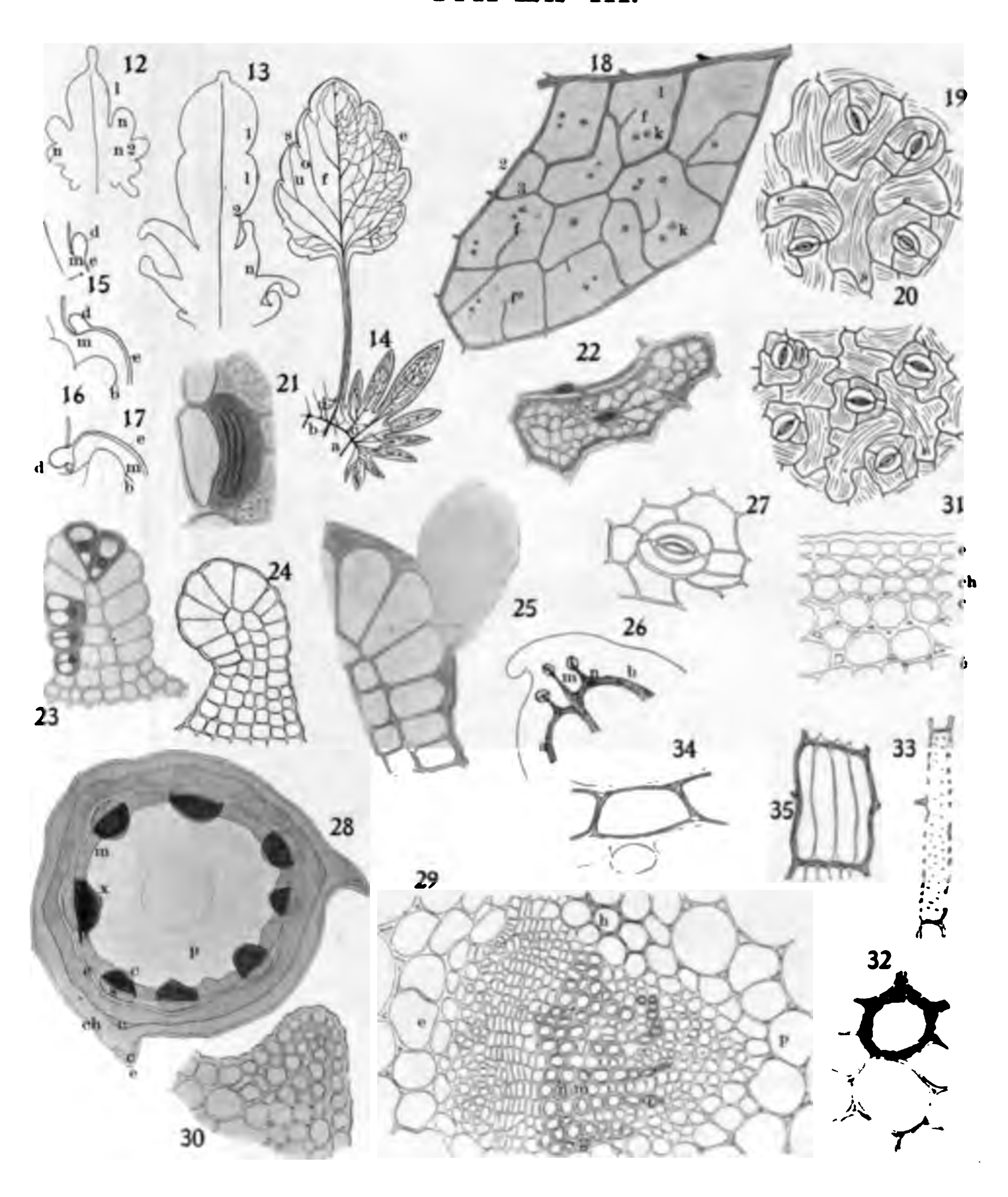




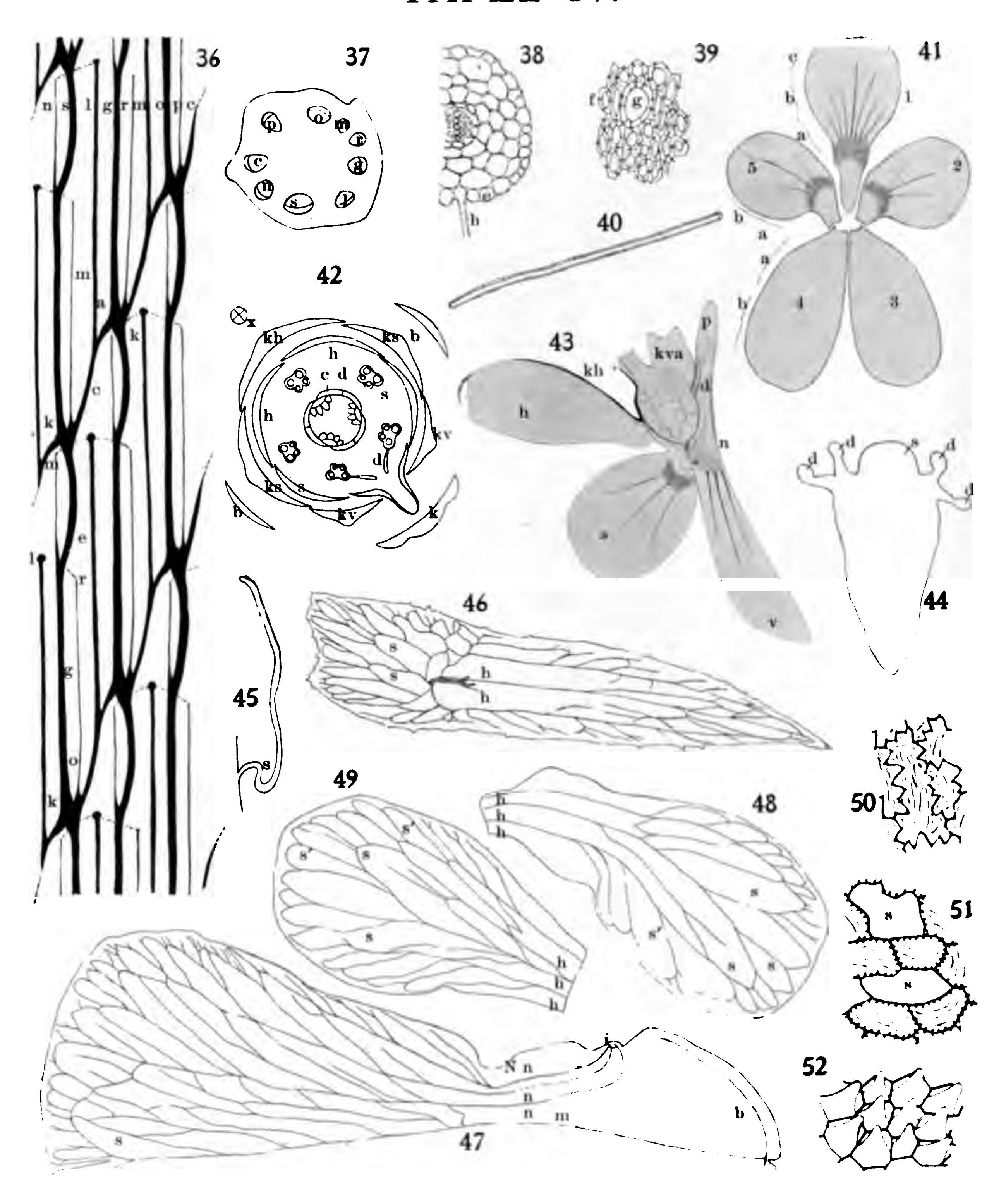
TAFEL II.



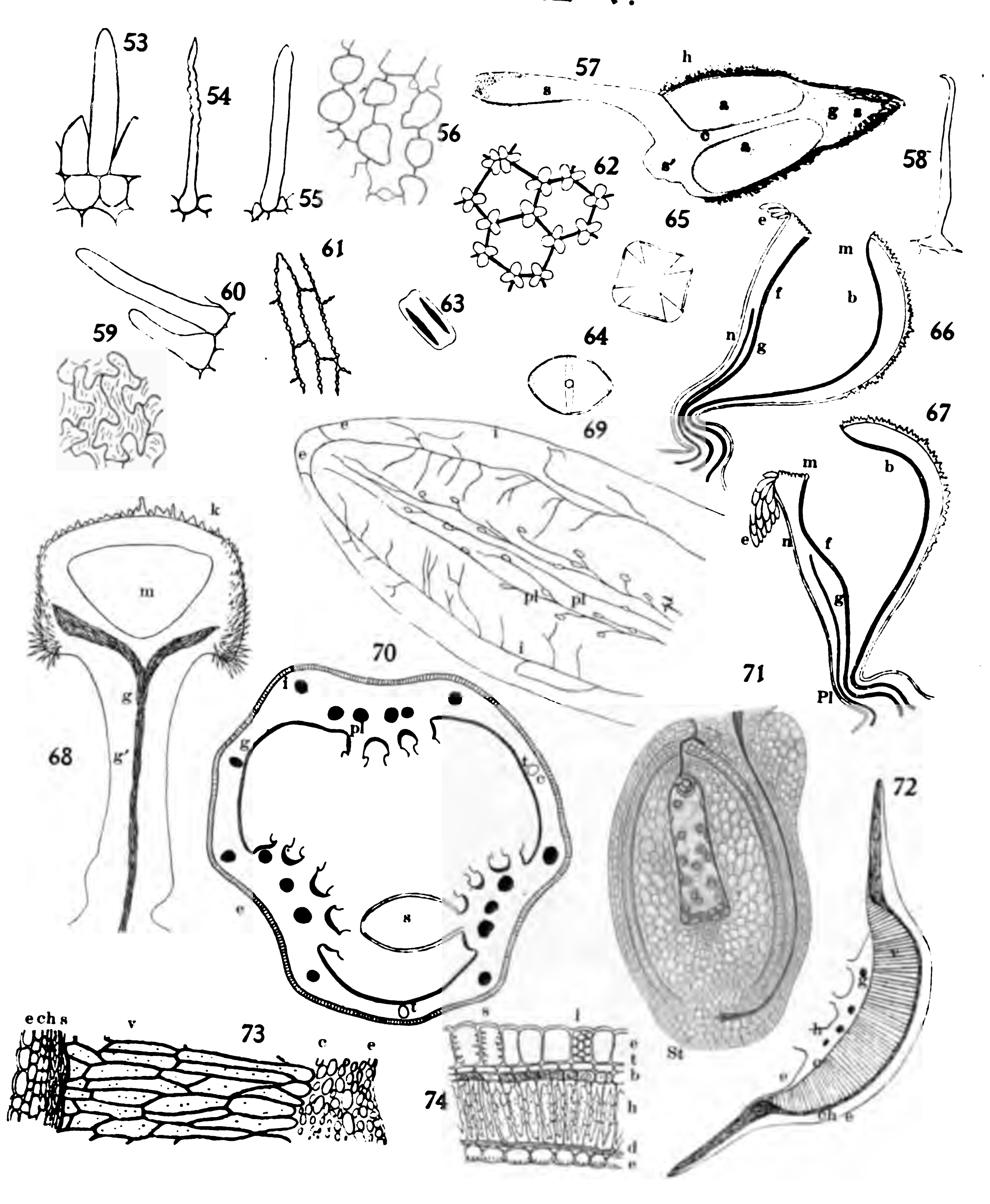
TAFEL III.



TAFEL IV.



TAFEL V.



Inhalts-Verzeichniss.

Lebenslauf.

Geboren wurde ich, *Henry Kraemer*, evangelischer Confession, am 22. Juli 1868 in Philadelphia im Staate Pennsylvania, Vereinigte Staaten von Nordamerika, als Sohn des Kaufmannes *John Henry Kraemer* und der *Caroline* geb. *Fuchs*, welche ich beide sehr früh verlor. Nachdem ich meine erste Ausbildung in dem „Girard College" in Philadelphia erhalten hatte, wurde ich im Jahre 1883 als Lehrling in die Apotheke von Dr. *C. B. Lowe* in Philadelphia aufgenommen, und habe im März 1889 nach dreijährigem Studium in dem „College of Pharmacy" in obengenannter Stadt mein Zeugniss als „Graduate of Pharmacy" erhalten. Im Jahre 1891 wurde ich in der „University of Columbia" in New York immatriculirt und widmete mich vier Jahre lang dem Studium der Naturwissenschaften, speciell der Chemie und Botanik. Nach dem vierten Studienjahre bestand ich das Baccalaureats-Examen und wurde auf Grund einer Arbeit über „The Violet Parfume" zum „Bachelor of Philosophy" ernannt.

Im April 1895 wurde ich als Professor der Botanik und Pharmakognosie nach „Northwestern University" in Chicago, Ill., berufen. Es wurde mir dann zwecks weiterer Ausbildung in Deutschland ein längerer Urlaub, bis 1. August, bewilligt. Zu diesem Zweck begab ich mich nach Marburg, wo ich im October des vorigen Jahres immatriculirt wurde.

Während meiner Studienzeit in Marburg hörte ich die Vorlesungen der Herren Professoren: *Cohen, Melde, Meyer, Zincke.* Allen diesen Lehrern spreche ich an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aus. Insbesondere fühle ich mich dem Herrn Professor *Meyer* für die wohlwollende Förderung meiner Studien zu grossem Danke verpflichtet.

